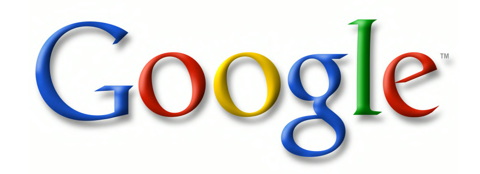
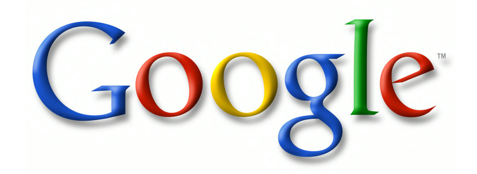
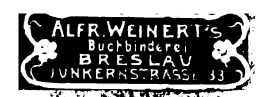
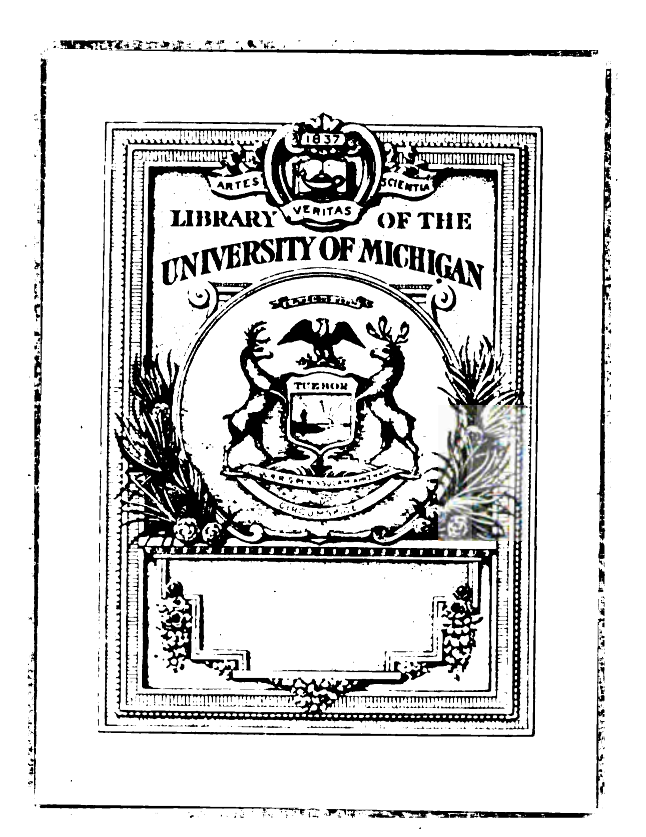
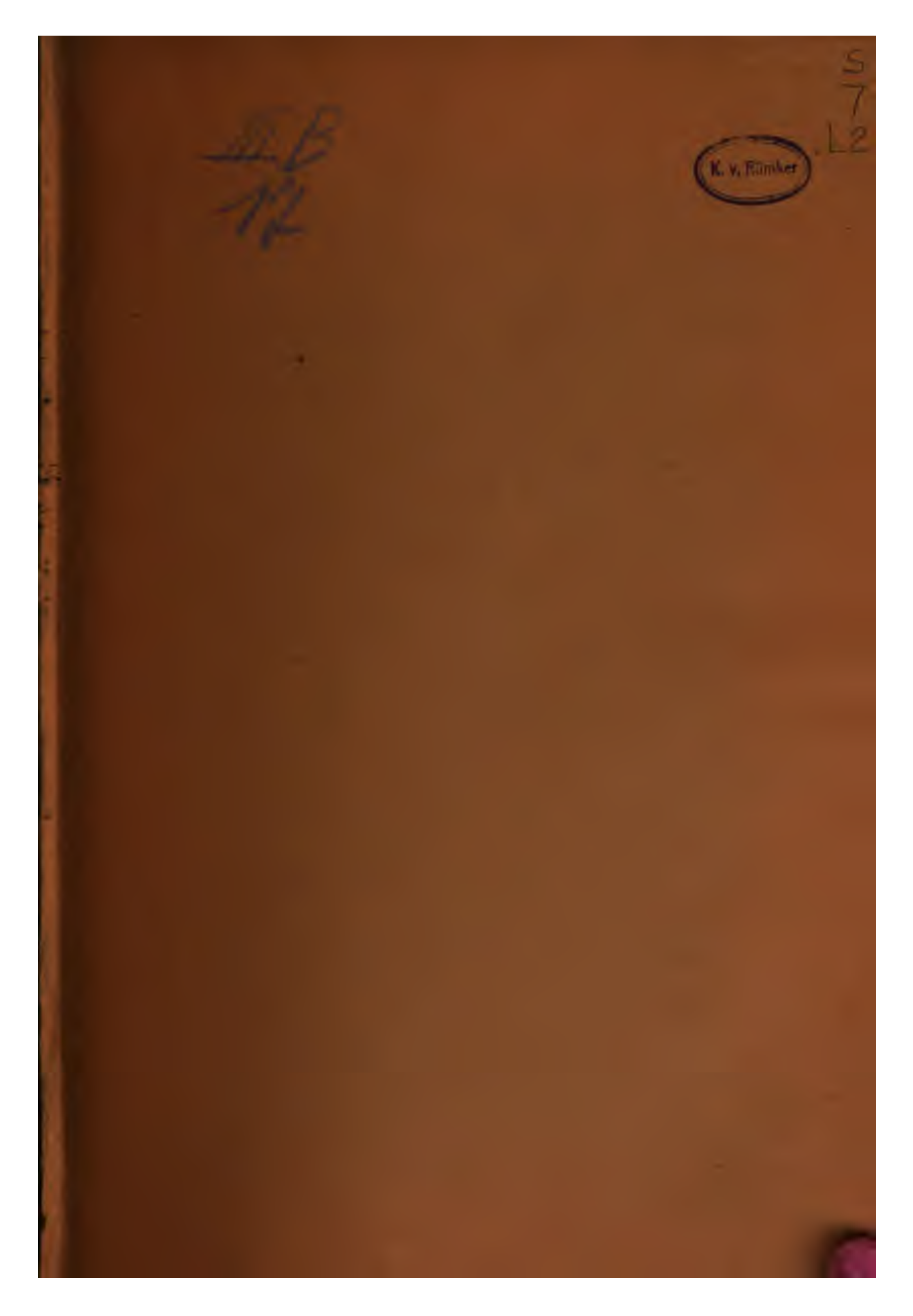


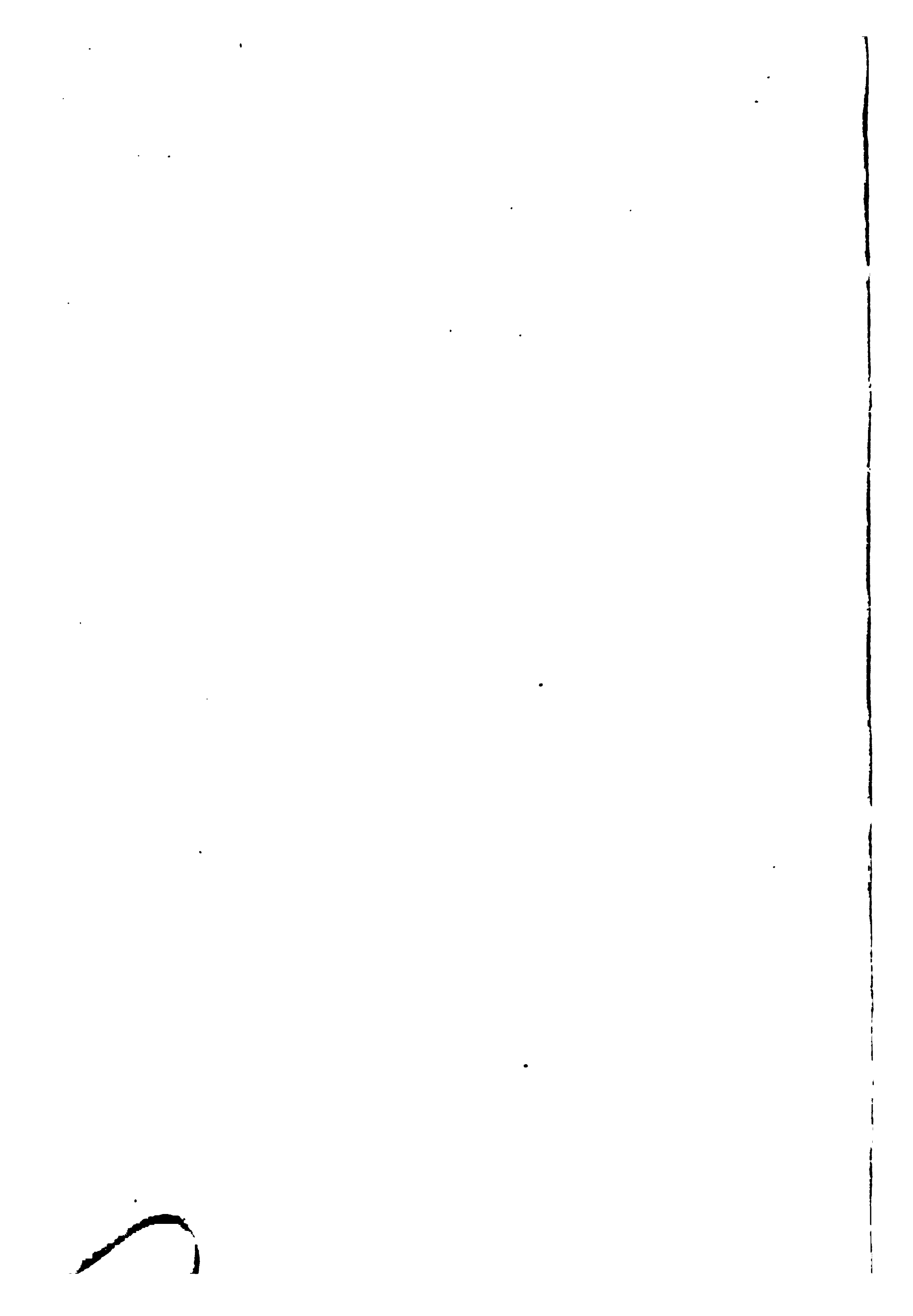



ALFR. WEINERT'S
Buchbinderei
BRESLAU
JUNKERNSTRASSE 33




1837
ARTES
SCIENTIA
VERITAS
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR







Die landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen.

Organ für

naturwissenschaftliche Forschungen

auf dem Gebiete der Landwirtschaft.

Unter Mitwirkung

sämtlicher Deutschen Versuchs-Stationen

herausgegeben von

Dr. O. Kellner,

Geh. Hofrat und Professor, Vorstand der Königl. landw. Versuchsstation Möckern.

„Concordia parvae res crescunt . . .“



Band LXVII.

Mit 2 Tafeln und 5 Textabbildungen.

BERLIN.
VERLAGSBUCHHANDLUNG PAUL PAREY.
Verlag für Landwirtschaft, Gartenbau und Forstwesen.
SW., Hedemannstrasse 10.
1907.

Inhalt

des

LXVII. Bandes der „Landwirtschaftlichen Versuchs-Stationen".

Autoren.

Seite

Sachregister.

Allgemeines.

Personalien und Anstalten: J. BEHRENS S. 320. — F. HONCAMP S. 144. — M. HOLLRUNG S. 480. — G. LOGES S. 320. — H. C. MÜLLER S. 480. — P. PETERSEN S. 320. — FR. VON SOXHLET S. 480. — Versuchsstation für Pflanzenschutz zu Halle a. S. S. 480.

Wasser.

Boden.

Pflanzenwachstum. Bestandteile der Pflanzen.

Untersuchungen über die Einwirkung von Nahrungsfett als Emulsion und als Substanz auf die Milchproduktion.

Ausgeführt in den Jahren 1905 und 1906 an der Königl. Württ. Landw. Versuchsstation Hohenheim.

Von

C. BEGER.

In einem vorläufigen Bericht (s. diese Zeitschrift Bd. LXIV, S. 249—252), sowie in einem kurzen Referat auf der Naturforscherversammlung in Stuttgart, September 1906, habe ich schon auf Zweck und Ziel vorliegender Arbeit hingewiesen. Ich kann mich daher hier kurz fassen.

Die Studie ist als Ergänzung der unter Leitung von Professor MORGEN ausgeführten Hauptversuche über die Einwirkung des Nahrungsfettes auf die Milchproduktion (s. diese Zeitschrift Bd. LXI, S. 1—284; Bd. LXII, S. 251—386) aufzufassen.

Nachdem es einmal feststand, dass dem Nahrungsfett unter den Nährstoffen eine Sonderstellung gegenüber den anderen Nährstoffgruppen zukomme, lag es nahe, die Form der Verfütterung des Fettes etwas eingehender als bisher zu berücksichtigen.

Bisher haben wir den Tieren stets das Fett in Substanz gereicht. Nur ein Versuch aus dem Jahr 1903 liegt vor, in dem wir Öl in Tröpfchenform, erzielt durch Schütteln des Erdnussöls mit Wasser, verabreichten. Auf diesen Versuch, bei dem die Emulsion eine sehr unvollkommene war, wurde damals wenig Wert gelegt. Durch blosses Schütteln des Öls mit Wasser lässt sich natürlich die feine Tröpfchenform nur für kurze Zeit festhalten. Man hilft sich jetzt damit, dem Wasser gewisse Stoffe, wie Stärke, Gummi arabic., Butterin usw. beizufügen, auch hat die Erfindung der Homogenisierungsmaschine dies Problem so ziemlich gelöst.

Bei vorliegenden Versuchen stand mir kein solcher Apparat zu Diensten, und die Beifügung fremder Stoffe wollte ich vermeiden. Aus dieser Erwägung schien es mir nicht unzweckmässig, die Wirkung von Vollmilch, in der Fett in vollkommenster Tröpfchenform vorhanden ist, mit geschmolzenem Butterfett + Magermilch zu vergleichen. Es wurde dadurch möglich, zwei nach verdaulichen Nährstoffen und Stärkewerten ganz gleichwertige Rationen herzustellen, die sich nur in der Form ihres Fettgehaltes unterschieden.

Um weiter einen Anhalt zu gewinnen, wie Milch resp. Magermilch an und für sich bei dem erwachsenen Tier auf die Milchbildung wirke, habe ich noch eine andere Ration zum Vergleich hergestellt, in der ich gleichfalls Butterfett in Substanz reichte, statt der Magermilch jedoch die entsprechenden Nährstoffe: Rohrzucker für den Milchzucker und Troponabfall für die Eiweissstoffe der Magermilch. Der Wassergehalt wurde vernachlässigt, und den Tieren wie in den anderen Perioden die Menge der Tränke freigestellt; auch die geringe Aschenmenge blieb unberücksichtigt.

Ausführung der Versuche.

Die Versuche wurden genau nach denselben Gesichtspunkten ausgeführt, die sich seit einer Reihe von Jahren zur Erforschung derartiger Fragen als praktisch bei uns bewährt hatten, so dass ich auf die früheren Arbeiten verweisen kann.

Der Versuch aus dem Jahre 1905, für den ich auch an dieser Stelle Belege und Zahlen folgen lasse, wurde mit Ziege No. XV durchgeführt. 1906 verwendeten wir wieder Ziegen, No. XXXI und XL.

Der Versuchsplan war folgender:

Ziege XV:

1. Vollmilch,
4. Magermilch + Butterfett,
6. Magermilch,
7. Mischfutter,
9. Vollmilch.

Ziege XXXI:

1. Magermilch + Butterfett,
2. Vollmilch,
3. Mischfutter + Butterfett,
4. Magermilch + „

Ziege XL:

1. Vollmilch,
2. Magermilch + Butterfett,
3. Mischfutter + „
4. Vollmilch.

Wie ersichtlich, fehlt bei XV beim Vergleich von Magermilch mit Mischfutter das Fett. Wir haben bei diesem Tier 5 Perioden aus einer Serie orientierender Versuche herausgegriffen, da man das Tier nach der ersten, vierten und siebenten Periode längere Zeit zu anderen Fütterungszwecken verwandte.

Natürlich wurde Sorge getragen, dass jeweils wieder vor der 4., 6. und 9. Periode entsprechend lange Vorfütterungen mit dem Futter der eigentlichen Periode stattfanden.

In Periode 4 wurde das Butterfett, analog dem Erdnussöl unserer früheren Versuche, zu 91.2 % und nicht, wie bei den beiden Tieren dieses Jahres, zu 100 % verdaulich angenommen, was indessen nur ein Plus von 3.2 g Fett pro Tag und Tier ausmachen würde, wenn wir das Fett in dem Nährstoffverzehr als ganz verdaulich eingesetzt hätten. Weiter wurde bei diesem Tier der Fettwert nicht auf Grund des KELLNERschen Faktors 2.2 festgestellt, sondern mittelst unserer früheren Faktoren: 2.4 (für reines Fett), 2.0 (für das Fett der Futtermittel). In der Mischfutterperiode No. 7 wurde anstatt des Rohrzuckers, der an Stelle des in der Magermilchperiode No. 6 in der Milch gegebenen Milchzuckers am Platz gewesen wäre, Stärke als Ersatz gegeben.

Diese Anordnungen, abweichend von dem Versuchsplan dieses Jahres, waren damals geboten, weil, wie oben erwähnt, die Versuche auch noch über andere Fragen orientierend Aufschluss geben sollten. Für das Resultat kommen sie ihrer Geringfügigkeit wegen nicht in Betracht, und es liegt kein Bedenken vor, diesen Vorversuch zum Endergebnis vollwertig mit heranzuziehen.

Der Versuch mit Ziege XXXI begann mit Magermilch und Butterfett und endigte ebenso; bei Tier XL wurde, wie bei Tier XV, zu Anfang und zu Ende des Versuchs Vollmilch gegeben. Durch diesen Wechsel in der Periodenfolge hofften wir, gemäss früheren Erfahrungen, Ungleichmässigkeit der Laktation, Einflüsse der Temperatur und der aufgenommenen Wassermengen etc. auszuschalten.

Die Tiere erhielten ein angemessenes Grundfutter aus Stroh, Strohstoff, Stärke, Troponabfall und Mineralstoffen. Dazu kam einmal Vollmilch, das andere Mal Magermilch + Butterfett und zum dritten Vergleich Zucker und Troponabfall + Butterfett; in den beiden fettarmen Perioden 6 und 7 bei Tier XV trat

an Stelle des Butterfettes Stärke in thermisch äquivalenten Mengen. Die Rationen wurden in hergebrachter Weise festgestellt. Die Tiere erhielten so viel sie verzehren mochten, die eigentlichen Vor- und Hauptperioden wurden dann ein wenig in ihrem Gehalt eingeschränkt, um von vornherein den Versuch störende Reste nach Möglichkeit zu vermeiden. Wie die, der Tabelle 3 A entnommenen, hier nochmals aufgeführten Zahlen zeigen, sind die Rationen durchweg ziemlich gleichwertig.

(Siehe die Tabelle auf S. 5.)

Kleine Abweichungen, die durch Änderungen im Wassergehalt, sowie durch Verschiedenheit in der Zusammensetzung der dargereichten Milch entstanden waren, sind belanglos und fallen in die Fehlergrenze.

Die Untersuchung der täglich produzierten Milch erledigte sich wie bisher. Von der frisch gemolkenen Milch wurde zuerst das Gewicht festgestellt und zu vorläufiger Orientierung das spezifische Gewicht gemessen. Hierauf folgte eine Fettbestimmung nach Gerber. Der Menge der Tagesmilch entsprechend, wurden jeweils Proben aufgesammelt, vereinigt und aus dieser Mischmilch einer Periode Gesamtanalysen angefertigt, die zur Berechnung der produzierten Menge dienten, und, nach Depression korrigiert, die Grundlage für die im Anhang aufgeführten Ertragstabellen 5 bilden.

Über die Zusammensetzung der gereichten Futtermittel gibt Tabelle No. 1 Aufschluss; es ist daraus alles nähere ersichtlich. Von der Vollmilch und Magermilch erhielten die Tiere täglich ihr entsprechend abgewogenes Quantum, nachdem ich mich immer vorher durch eine Fettbestimmung überzeugt hatte, dass keine besondere Abweichung gegenüber der Futtermilch früherer Tage vorhanden war. Da wir stets von derselben Quelle bezogen, so war die Milch denn auch ziemlich einheitlich, es handelte sich nur um einige Gramm, innerhalb derer die Nährstoffe der verschiedenen Milchperioden untereinander schwankten. Von dieser täglich gereichten Milch wurden gleiche Mengen jedes Tages einer Periode zu einer Mischmilch gesammelt und aus dieser der Gehalt der Milchration am Schluss der Periode bestimmt. Die Analysen dieser Futtermischmilch sind ebenfalls in Tabelle 1 aufgeführt. Das verfütterte Butterfett war durch Schmelzen von Butter bei mässiger Temperatur, Abgiessen und Filtrieren gewonnen worden.

Verdauliche Nährstoffe.

Tier Nummer	Periode No.	Futter:	Gramm pro Tag und Stück: Reineiweiss	Fett	Summe der N-freien[1])	Reineiweiss + Summe der N-freien	Kilogramm pro Tag und 1000 kg L.-Gew.: Reineiweiss	Fett	Summe der N-freien[1])	Reineiweiss + Summe der N-freien	Eiweiss-verhältnis 1 :
XV	1	Vollmilch	141.2	36.4	617.0	758.2	3.72	0.96	16.23	19.95	4.37
	4	Magermilch + Butterfett	140.8	38.0	622.0	762.8	3.71	1.00	16.37	20.07	4.42
	6	Magermilch	142.3	5.8	623.7	766.0	3.75	0.15	16.41	20.16	4.38
	7	Mischfutter	141.4	3.0	620.4	761.8	3.72	0.08	16.32	20.04	4.39
	9	Vollmilch	141.0	35.5	616.3	757.3	3.71	0.93	16.22	19.92	4.37
XXXI	1	Magermilch + Butterfett	122.7	32.3	533.8	656.5	3.72	0.98	16.18	19.89	4.35
	2	Vollmilch	123.6	33.5	537.2	660.8	3.75	1.02	16.28	20.02	4.35
	3	Mischfutter + Butterfett	122.3	32.5	535.6	657.9	3.71	0.99	16.23	19.94	4.38
	4	Magermilch + Butterfett	122.0	33.1	535,1	657.1	3.70	1.00	16.22	19.91	4.39
XL	1	Vollmilch	139.2	36.8	608.1	747.3	3.81	1.01	16.66	20.47	4.37
	2	Magermilch + Butterfett	135.5	36.5	599.7	735.2	3.71	1.00	16.43	20.14	4.43
	3	Mischfutter + Butterfett	139.7	36.7	606.6	746.3	3.83	1.01	16.62	20.44	4.34
	4	Vollmilch	139.9	37.7	608.9	748.8	3.83	1.03	16.68	20.51	4.35

[1]) Einschl. Amide.

Die Dauer der Perioden und Zwischenperioden war folgende:

Ziege XV:

1. Vollmilch	12	Tage
Zwischenfütterung	13	„
4. Magermilch + Fett	12	„
Zwischenfütterung	11	„
6. Magermilch	11	„
Zwischenfütterung	14	„
7. Mischfutter	11	„
Zwischenfütterung	10	„
9. Vollmilch	10	„

Ziege XXXI:

1. Magermilch + Fett	10	Tage
Zwischenfütterung	13	„
2. Vollmilch	15	„
Zwischenfütterung	16	„
3. Mischfutter + Fett	11	„
Zwischenfütterung	20	„
4. Magermilch + Fett	11	„

Ziege XL:

1. Vollmilch	13	Tage
Zwischenfütterung	21	„
2. Magermilch + Fett	15	„
Zwischenfütterung	11	„
3. Mischfutter + Fett	11	„
Zwischenfütterung	16	„
4. Vollmilch	13	„

Bei Tier XV sind, um nicht zu verwirren, vor Periode 4, 6 und 9 nur die Tage der Vorfütterung angegeben, nicht die Zeit, während der das Tier, wie oben erwähnt, zu anderen Zwecken verwendet worden war; dies ergibt sich aus den Tabellen 3a des Anhangs.

Resultate der Versuche.

Zur Beurteilung der Wirkung der verschiedenen Rationen dienen die in den Ertragstabellen 5 des Anhangs aufgeführten korrigierten Werte.

Wir haben zu vergleichen:

1. Emulsion mit Nichtemulsion, also Vollmilch mit Magermilch + Butterfett.
2. Vollmilch mit Mischfutter + Butterfett zur Ermittlung der Wirkung der Vollmilch gegenüber fetthaltigem Mischfutter.
3. Magermilch mit Mischfutter.

1. Vergleich der Erträge von Emulsion gegenüber Nichtemulsion.

Die Differenzwerte der korrigierten Mittelzahlen sind folgende: Emulsion (Vollmilch) gab mehr (+) oder weniger (—) als Nichtemulsion (Magermilch + Butterfett).

Tier No.	Periode	Milch g	Trocken-substanz g	Fett g	Milchzucker g	Stickstoff g	Gehalt der Milch an: Tr.-S. %	Fett %	Zusammensetzung der Trockensubstanz: Fett %	Milch-zucker %	Stick-stoff %
XV	1/9 : 4	+ 15.6	+ 29.13	+ 13.17	+ 5.64	+ 1.70	+ 1.40	+ 0.64	+ 1.99	— 2.80	+ 0.28
XXXI	2 : 1/9	+ 78.1	+ 1.79	+ 0.61	— 0.40	+ 0.01	— 0.48	— 0.12	+ 0.10	— 0.83	— 0.04
XL	1/9 : 2	+ 38.1	+ 13.44	+ 3.98	+ 1.14	+ 0.74	+ 0.74	+ 0.22	— 0.03	— 2.41	+ 0.09
Mittel:		+ 43.9	+ 14.79	+ 5.92	+ 2.13	+ 0.82	+ 0.55	+ 0.25	+ 0.69	— 2.01	+ 0.11

Nichtemulsion in Prozenten von Emulsion:

Tier No.	Periode	Milch	Trocken-substanz	Fett	Milchzucker	Stickstoff	Tr.-S.	Fett	Fett	Milch-zucker	Stick-stoff
XV	—	99.2	87.8	82.1	94.0	81.5	88.4	82.9	93.6	—	92.8
XXXI	2 : 1/9	94.3	98.7	98.3	—	99.8	—	—	99.6	—	—
XL	1/9 : 2	96.8	91.2	91.3	97.8	89.3	94.2	94.3	—	—	98.0

Bei allen drei Tieren hat die Emulsion den Ertrag an Milch und Milchbestandteilen mehr oder weniger erhöht. Der Ertrag der durch Nichtemulsion erzielten Trockensubstanz schwankt zwischen 87.8 und 98.7 % des Ertrages durch Emulsion.

2. Vergleich von Vollmilch mit Mischfutter + Butterfett.

Die Differenzwerte der korrigierten Mittelzahlen sind folgende: Vollmilch gab mehr (+) oder weniger (—) als Mischfutter + Butterfett.

Tier No.	Periode	Milch g	Trocken-substanz g	Fett g	Milchzucker g	Stickstoff g	Gehalt der Milch an: Tr.-S. %	Fett %	Zusammensetzung der Trockensubstanz: Fett %	Milch-zucker %	Stick-stoff %
XXXI	2 : 3	+ 68.9	+ 5.06	— 0.18	+ 0.19	+ 0.26	— 0.15	— 0.16	— 1.14	— 1.40	+ 0.05
XL	1/4 : 3	— 119.8	— 3.22	+ 3.33	— 4.72	— 0.11	+ 0.93	+ 0.61	+ 2.77	— 2.35	+ 0.03
Mittel:		— 25.5	+ 0.92	+ 1.58	— 2.27	+ 0.08	+ 0.39	+ 0.23	+ 0.82	— 1.88	+ 0.04

Mischfutter + Butterfett in Prozenten von Vollmilch:

Tier No.	Periode	Milch	Trocken-substanz	Fett	Milchzucker	Stickstoff	Tr.-S.	Fett	Fett	Milch-zucker	Stick-stoff
XXXI	2 : 3	94.9	96.3	—	99.7	95.2	—	—	—	—	98.7
XL	1/4 : 3	—	—	92.7	—	—	92.8	84.2	90.8	—	99.3

Wie vorstehende Zahlen zeigen, hat die Vollmilch bei Tier XXXI auf Milch und Milchbestandteile erhöhend gewirkt. Bei Tier XL erstreckt sich diese günstige Wirkung nur auf die Produktion des Fettes; mit Nichtemulsion (Mischfutter) wurden nur 92.7 % des Milchfettes der Vollmilchfütterung erzielt.

Vorstehender Versuch ist für die Emulsionsfrage nur bedingt zu verwenden, da noch der andere Faktor, der des Mischfutters gegenüber Vollmilch minus Fett, zu berücksichtigen ist. Auch sonst ist das Resultat durch das verschiedene Verhalten der Tiere nicht einwandfrei.

Es wäre ja denkbar, dass sich Magermilch an und für sich und ebenso auch Vollmilch für das ausgewachsene Tier weniger gut eigneten und dass sich Nebeneinflüsse geltend machten, die wir noch nicht kennen.

Tatsache ist, dass Mischfutter gegenüber Magermilch besser gewirkt hat. Ich führe hierfür nachstehend die Belege mit drei Tieren an, wobei es wohl belanglos ist, dass bei Tier XV die beiden Perioden Mischfutter und Magermilch ohne Fett waren, während XXXI und XL Mischfutter + Fett und Magermilch + Fett erhalten hatten.

3. Vergleich von Mischfutter mit Magermilch.

Die Differenzwerte der korrigierten Mittelzahlen lauten: Magermilch gab mehr (+) oder weniger (—) als Mischfutter.

Tier No.	Periode	Milch g	Trockensubstanz g	Fett g	Milchzucker g	Stickstoff g	Gehalt der Milch an: Tr.-S. %	Fett %	Zusammensetzung der Trockensubstanz: Fett %	Milchzucker %	Stickstoff %
XV	6 : 7	— 231.1	— 32.65	— 7.52	— 11.81	— 2.13	— 0.38	— 0.02	+ 0.84	+ 0.87	— 0.41
XXXI	1/4 : 3	— 9.2	+ 3.27	— 0.79	+ 0.59	+ 0.25	+ 0.33	— 0.04	— 1.24	— 0.57	+ 0.09
XL	2 : 3	— 157.9	— 16.66	— 0.65	— 5.86	— 0.85	+ 0.19	+ 0.39	+ 2.80	+ 0.06	— 0.06
Mittel:		— 132.7	— 15.35	— 2.99	— 5.69	— 0.91	+ 0.05	+ 0.11	+ 0.80	+ 0.12	— 0.13
XV	6 : 7	—	—	—	—	—	—	—	97.1	97.9	—
XXXI	1/4 : 3	—	97.6	—	99.0	95.3	96.9	—	—	—	97.7
XL	2 : 3	—	—	—	—	—	98.4	89.3	90.7	99.8	—

Wie aus diesen Zahlen hervorgeht, wirkte Magermilch mit Ausnahme von Tier XXXI, das einige geringe Pluswerte aufweist, durchweg weniger günstig auf die Milchproduktion wie Mischfutter. Es ist schade, dass kein Versuch vorliegt, wonach auch Vollmilch mit Mischfutter + emulgiertem Butterfett verglichen werden könnte, um zu sehen, ob auch der Vollmilch solche deprimierende Wirkungen innewohnen, wie man nach den Versuchen mit Magermilch annehmen muss, und wofür auch ein vorläufiger Versuch spricht, dessen Resultat folgendes war:

Mischfutter + Erdnussöl wirkte besser wie Vollmilch, trotzdem Erdnussöl in Substanz gegeben war, das, wie ich in früheren Versuchen gezeigt habe, schon an und für sich ein weniger geeignetes Fett darzustellen scheint, wie das Butterfett. Warum Vollmilch gegenüber Magermilch + unverteiltem Butterfett aus einem anderen Grunde als dem der feinen Tröpfchenform des Fettes besser auf die Milchsekretion wirken sollte, ist nicht einzusehen, wir haben ja in der Magermilch nach Zusammensetzung und Form genau dieselben Nährstoffe vor uns, die durch das Ausschleudern chemisch nicht verändert worden sind. Wirkt Magermilch + Fett weniger gut wie Mischfutter + Fett, so müsste dies in gewissem Sinne auch die Vollmilch tun, vorausgesetzt, dass man ihren einzigen Vorzug, den ihrer besonderen Fettform, ausschalten könnte. Ich füge hier diese Betrachtung ein, weil man sonst einwenden könnte, die Überlegenheit der Vollmilch gegenüber Magermilch + Butterfett bestände nicht in der Emulsionsform ihres Fettes, sondern in spezifischen Eigenschaften der Magermilch. Nur unter der Voraussetzung, dass Magermilch und Vollmilch minus Fett ganz gleichwertige Nährstoffe darstellen, lässt sich überhaupt diskutieren. Dass Milch durch Ausschleudern, abgesehen von der Fettabgabe, nicht verändert wird, ist wohl anzunehmen, aber vorläufig nicht bewiesen. Als ich die Versuche begann, habe ich dies ohne weiteres vorausgesetzt, da der Gegenbeweis nicht zu erbringen war. Andererseits muss man bei einer so subtil zusammengesetzten Flüssigkeit, wie Milch es ist, auf Überraschungen gefasst sein, besonders wenn erst einmal unsere Kenntnisse über die Konstitution der Milch, in Sonderheit ihre enzymatischen Verhältnisse hinreichend geklärt sein werden.

Ein Einfluss auf das Lebendgewicht ist bei den verschiedenen Fütterungen innerhalb der Perioden nicht zu erkennen, wie die Zu- und Abnahme des Lebendgewichtes zeigte:

Ziege No.	Vollmilch	Magermilch + Butterfett	Mischfutter + Butterfett	Magermilch	Mischfutter
XV	+ 0.3	+ 1.3	—	— 1.2	+ 0.2
	+ 0.1	—	—	—	—
XXXI	+ 0.2	+ 0.5	— 0.8	—	—
	—	— 0.9	—	—	—
XL	+ 0.1	— 0.1	+ 0.2	—	—
	+ 0.7	—	—	—	—
Mittel:	+ 0.3	+ 0.2	— 0.3	— 1.2	+ 0.2

Die Unterschiede sind so gering und in den Vorzeichen so wechselnd, dass sich kein bestimmter Schluss daraus ziehen lässt.

Was die Gewichte der Tiere in den verschiedenen Perioden anbelangt, so hat XXXI während der ganzen Versuchsdauer sein Gewicht nicht verändert, während das Gewicht von XL langsam von 35.9 kg auf 40.1 kg gestiegen ist. (S. Tab. 4 a, b und c des Anhangs.)

Die Gewichte des Tieres XV ziehe ich hier nicht heran, weil das Tier zwischendurch anderweitig verwendet worden war und so die Zahlen kein klares Bild geben können. Grosse Unterschiede sind indessen auch hier nicht vorhanden.

Die Zusammensetzung des Milchfettes, über die uns stets die Refraktometerzahl ein so anschauliches Bild gegeben hat, scheint, wie dies bei der gleichen Beschaffenheit des zu verfütternden Fettes zu erwarten war, ganz dieselbe geblieben zu sein. Die Skalenteile des Refraktometers bei 40° C., wie sie die Fette der verschiedenen Perioden in nachstehender Liste zeigen, sind während der ganzen Dauer der Versuche fast unverändert geblieben:

Ziege No.	Vollmilch	Magermilch + Fett	Mischfutter + Fett
XV	43.6	41.3	—
XXXI	42.4	42.2	42.2
		42.3	41.5
XL	42.1	—	—
	41.2		
Mittel:	42.3	41.7	41.9

Aus den Versuchen ist folgender Schluss zu ziehen:

Fett als Emulsion in Form von Vollmilch gegeben, wirkte bei Ziegen besser auf die Milchsekretion als Fett in Substanz, dargereicht durch Magermilch + Butterfett. Die herrschende Ansicht hat also durch diese Versuche eine Stütze gefunden. Andererseits liegt die günstige Wirkung in bescheidenen Grenzen, fällt oft beinahe noch in die Fehlergrenze, die man für solche Versuche zugestehen muss; jedenfalls ist die Form der Fettgabe bei Mengen von 1 kg Fett pro Tag und 1000 kg Lebendgewicht nicht von der Wichtigkeit, die man ihr vielfach beizumessen geneigt ist.

Ein Vergleich zwischen Magermilch und Mischfutter gab ein Resultat zu Ungunsten der Magermilch und vielleicht auch der Vollmilch, wenn dies so ohne weiteres in analogem Sinne übertragen werden darf; worauf die weniger günstige Wirkung beruht, ist vorläufig noch nicht zu entscheiden. Sichtbare Störungen im Befinden der Tiere wurden weder beim Verfüttern von Vollmilch noch beim Verfüttern von Magermilch beobachtet, immerhin wäre es plausibel, wenn sich der Magen der ausgewachsenen Herbivoren weniger für die Aufnahme von Milch eignete wie der der Omnivoren.

Da die Milch zum grösseren Teile mit den anderen Futtermitteln gemischt verabreicht wurde und nicht als Tränke, so könnte man annehmen, dass sie nicht sofort in den Labmagen gelangte, sondern wenigstens zum Teil noch einige Zeit im Pansen verblieb. Hier mögen dann die leichtzersetzlichen Bestandteile der Milch durch Gärungsvorgänge in erheblichem Maße angegriffen worden sein, als die vielleicht widerstandsfähigeren Stoffe des Mischfutters.

Wie weit diese Vermutung richtig ist, wäre durch erneute Versuche festzustellen, die wir in Aussicht genommen haben.

Anhang.

Tabelle 1.

Zusammensetzung der Futtermittel.[1])

		Nährstoffe	Trocken-substanz %	Roh-protein %	Fett %	Rohfaser %	N-freie %	Asche %	Rein-protein %
Stroh-trocken-substanz	1905 I	Roh-	100	3.14	1.37	49.03	36.68	9.78	3.14
		VC.	32.8	39.9	42.3	44.5	34.2	7.5	39.9
		Verdaul.	32.80	1.25	0.58	21.82	12.54	0.73	1.25
	II	Roh-	100	2.46	0.94	52.84	35.05	8.71	2.14
		VC.	32.8	39.9	42.3	44.5	34.2	7.5	39.9
		Verdaul.	32.80	0.98	0.40	23.51	11.99	0.65	0.85
	1906	Roh-	100	2.80	1.42	48.98	39.52	7.28	2.44
		VC.	42.5	36.2	22.3	50.9	43.2	3.0	22.5
		Verdaul.	42.50	1.01	0.32	24.93	17.07	0.22	0.55
Tropon-abfall, lufttrocken	1905 a)	Roh-	88.84	80.25	0.77	3.93	0.32	3.57	65.41
		VC.	90.0	96.1	52.3	65.0	90.0	50.0	95.0
		Verdaul.	79.96	77.12	0.40	2.56	0.29	1.79	62.34
	b)	Roh-	87.53	82.23	0.80	3.74	0	1.56	68.03
		VC.	90.0	93.7	52.3	65.0	—	50.0	92.4
		Verdaul.	78.78	77.05	0.42	2.43	—	0.78	62.86
	1906	Roh-	88.24	75.49	0.23	8.00	0.56	3.96	74.08
		VC.	90.0	86.44	52.3	65.0	90.0	50.0	86.21
		Verdaul.	79.41	65.26	0.12	5.20	0.50	1.98	63.87
Strohstoff, lufttrocken		Roh-	93.50	—	0.61	74.25	13.96	4.68	—
		VC.	60.0	—	0	61.1	23.8	0	—
		Verdaul.	56.10	—	0	45.37	3.32	0	—
Stärke, lufttrocken	1905 b)	Verdaul.	83.80	—	—	—	83.55	0.25	—
	c)	"	82.45	—	—	—	82.19	0.26	—
	d)	"	83.20	—	—	—	82.90	0.30	—
	1906	"	81.60	—	—	—	81.45	0.15	—
Vollmilch	1905 1.	Verdaul.	12.64	3.47	3.73	—	4.79	0.73	3.47
	9.	"	12.69	3.63	3.50	—	4.85	0.71	3.63
	1906 1.	"	12.70	3.24	3.70	—	4.82	0.68	3.24
	2.	"	12.89	3.38	3.85	—	4.69	0.67	3.38
	4.	"	12.74	3.31	3.80	—	4.68	0.70	3.31
Mager-milch	1905 4.	Verdaul.	9.07	3.42	0.16	—	4.68	0.75	3.42
	6.	"	9.17	3.54	0.34	—	4.84	0.69	3.54
	1906 1.	"	9.12	3.40	0.10	—	4.76	0.80	3.40
	2.	"	7.77	2.96	0.10	—	4.14	0.56	2.96
	4.	"	9.26	3.31	0.20	—	4.71	0.71	3.31

[1]) Ausführlichere Belege über VC. etc. finden sich in den Hauptarbeiten: Landw. Versuchs-Stationen 1905 und 1906.

Tabelle 2a.

Futterverzehr und Tränke pro Tag und Stück.

Tier	Periode	Stroh:			Butterfett	Stärke:		Strohstoff	Zucker	Troponabfall:		Milch:		Mineralstoffe	Tränke
			Tr.-S.												
No.	No.	g	%	No.	g	g	No.	g	g	g	No.	g	No.	g	g
				1905			1905				1905		1905[1]		
XV	1	590	87.8	I	—	297	b)	73	—	166	a)	875	V 1	40	1783
	4	590	89.9	I	36	302	c)	68	—	166	b)	875	M 4	40	2015
	6	590	88.6	I	—	390	c)	68	—	170	b)	875	M 6	40	1245
	7	590	88.0	II	—	434	d)	68	—	218	b)	—	—	40	1936
	9	590	88.0	II	—	302	d)	55	—	169	b)	875	V 9	40	1259
													1906		
XXXI	1	440	90.0	1906	30	280	1906	45	—	146	1906	800	M 1	25	2090
	2	440	90.0	1906	—	280	1906	45	—	146	1906	830	V 2	25	2153
	3	440	90.0	1906	31	280	1906	41	39	188	1906	—	—	25	2227
	4	440	90.0	1906	30	280	1906	45	—	146	1906	800	M 4	25	1982
													1906		
XL	1	500	89.0	1906	—	320	1906	50	—	166	1906	950	V 1	25	5784
	2	500	89.0	1906	34	320	1906	50	—	166	1906	916	M 2	25	3264
	3	500	89.0	1906	35	320	1906	45	44	215	1906	—	—	25	2591
	4	500	89.0	1906	—	320	1906	50	—	166	1906	950	V 4	25	3407

[1]) V = Vollmilch, M = Magermilch.

Anhang.

Tabelle 1.

Zusammensetzung der Futtermittel.[1])

		Nährstoffe	Trocken-substanz %	Roh-protein %	Fett %	Rohfaser %	N-freie %	Asche %	Rein-protein %
Strohtrockensubstanz	1905 I	Roh-	100	3.14	1.37	49.03	36.68	9.78	3.14
		VC.	32.8	39.9	42.3	44.5	34.2	7.5	39.9
		Verdaul.	32.80	1.25	0.58	21.82	12.54	0.73	1.25
	II	Roh-	100	2.46	0.94	52.84	35.05	8.71	2.14
		VC.	32.8	39.9	42.3	44.5	34.2	7.5	39.9
		Verdaul.	32.80	0.98	0.40	23.51	11.99	0.65	0.85
	1906	Roh-	100	2.80	1.42	48.98	39.52	7.28	2.44
		VC.	42.5	36.2	22.3	50.9	43.2	3.0	22.5
		Verdaul.	42.50	1.01	0.32	24.93	17.07	0.22	0.55
Troponabfall, lufttrocken	1905 a)	Roh-	88.84	80.25	0.77	3.93	0.32	3.57	65.41
		VC.	90.0	96.1	52.3	65.0	90.0	50.0	95.0
		Verdaul.	79.96	77.12	0.40	2.56	0.29	1.79	62.34
	b)	Roh-	87.53	82.23	0.80	3.74	0	1.56	68.03
		VC.	90.0	93.7	52.3	65.0	—	50.0	92.4
		Verdaul.	78.78	77.05	0.42	2.43	—	0.78	62.86
	1906	Roh-	88.24	75.49	0.23	8.00	0.56	3.96	74.08
		VC.	90.0	86.44	52.3	65.0	90.0	50.0	86.21
		Verdaul.	79.41	65.26	0.12	5.20	0.50	1.98	63.87
Strohstoff, lufttrocken		Roh-	93.50	—	0.61	74.25	13.96	4.68	—
		VC.	60.0	—	0	61.1	23.8	0	—
		Verdaul.	56.10	—	0	45.37	3.32	0	—
Stärke, lufttrocken	1905 b)	Verdaul.	83.80	—	—	—	83.55	0.25	—
	c)	„	82.45	—	—	—	82.19	0.26	—
	d)	„	83.20	—	—	—	82.90	0.30	—
	1906	„	81.60	—	—	—	81.45	0.15	—
Vollmilch	1905 1.	Verdaul.	12.64	3.47	3.73	—	4.79	0.73	3.47
	9.	„	12.69	3.63	3.50	—	4.85	0.71	3.63
	1906 1.	„	12.70	3.24	3.70	—	4.82	0.68	3.24
	2.	„	12.89	3.38	3.85	—	4.69	0.67	3.38
	4.	„	12.74	3.31	3.80	—	4.68	0.70	3.31
Magermilch	1905 4.	Verdaul.	9.07	3.42	0.16	—	4.68	0.75	3.42
	6.	„	9.17	3.54	0.34	—	4.84	0.69	3.54
	1906 1.	„	9.12	3.40	0.10	—	4.76	0.80	3.40
	2.	„	7.77	2.96	0.10	—	4.14	0.56	2.96
	4.	„	9.26	3.31	0.20	—	4.71	0.71	3.31

[1]) Ausführlichere Belege über VC. etc. finden sich in den Hauptarbeiten: Landw. Versuchs-Stationen 1905 und 1906.

Tabelle 2a.

Futterverzehr und Tränke pro Tag und Stück.

Tier	Periode	Stroh:			Butterfett	Stärke:		Strohstoff	Zucker	Troponabfall:		Milch:		Mineralstoffe	Tränke
			Tr.-S.												
No.	No.	g	%	No.	g	g	No.	g	g	g	No.	g	No.	g	g
				1905			1905				1905		1905[1]		
XV	1	590	87.8	I	—	297	b)	73	—	166	a)	875	V 1	40	1783
	4	590	89.9	I	36	302	c)	68	—	166	b)	875	M 4	40	2015
	6	590	88.6	I	—	390	c)	68	—	170	b)	875	M 6	40	1245
	7	590	88.0	II	—	434	d)	68	—	218	b)	—	—	40	1936
	9	590	88.0	II	—	302	d)	55	—	169	b)	875	V 9	40	1259
													1906		
XXXI	1	440	90.0	1906	30	280	1906	45	—	146	1906	800	M 1	25	2090
	2	440	90.0	1906	—	280	1906	45	—	146	1906	830	V 2	25	2153
	3	440	90.0	1906	31	280	1906	41	39	188	1906	—	—	25	2227
	4	440	90.0	1906	30	280	1906	45	—	146	1906	800	M 4	25	1982
													1906		
XL	1	500	89.0	1906	—	320	1906	50	—	166	1906	950	V 1	25	5784
	2	500	89.0	1906	34	320	1906	50	—	166	1906	916	M 2	25	3264
	3	500	89.0	1906	35	320	1906	45	44	215	1906	—	—	25	2591
	4	500	89.0	1906	—	320	1906	50	—	166	1906	950	V 4	25	3407

[1]) V = Vollmilch, M = Magermilch.

Tabelle 2α.

Nährstoffverzehr.

Tier-Nummer und Gewicht vor Beginn der Versuche	Periode	Verdauliche Nährstoffe pro Tag und Stück: Trocken-substanz g	Rohprotein g	Reinprotein g	Fett g	Rohfaser g	N-freie g	Asche der Futtermittel g	Summe der N-freien g	Reinprotein + Summe der N-freien g	Gesamt-wasser[1] g	Verdaul. Nährstoffe pro Tag u. 1000 kg L.-Gew.: Trocken-substanz kg	Rohprotein kg	Reinprotein kg	Fett kg	Rohfaser kg	N-freie kg	Asche der Futtermittel kg	Summe der N-freien kg	Reinprotein + Summe der N-freien kg	Gesamt-wasser kg	Eiweissverhältnis 1:
XV 38.0 kg	1	701.2	164.8	141.2	36.4	150.2	357.4	12.2	617.0	758.2	2848	18.45	4.34	3.72	0.96	3.95	9.41	3.21	16.23	19.95	74.96	4.37
	4	704.0	164.4	140.8	38.0	150.7	358.0	12.6	622.0	762.8	3111	18.53	4.33	3.71	1.00	3.97	9.42	3.32	16.37	20.07	81.87	4.42
	6	745.5	167.1	142.3	5.8	157.9	428.2	11.7	623.7	766.0	2340	19.61	4.40	3.75	0.15	4.16	11.27	3.08	16.41	20.16	61.58	4.38
	7	741.6	173.1	141.4	3.0	158.3	424.4	6.4	620.4	761.8	2336	19.51	4.56	3.72	0.08	4.17	11.17	1.68	16.32	20.04	61.48	4.39
	9	696.2	165.7	141.0	35.5	151.2	356.4	11.7	616.3	757.3	2323	18.32	4.36	3.71	0.93	3.98	9.38	3.08	16.22	19.92	61.13	4.37
XXXI 33.0 kg	1	641.0	126.5	122.7	32.3	126.7	336.0	10.0	533.8	656.5	2817	19.42	3.83	3.72	0.98	3.84	10.18	3.03	16.18	19.89	85.37	4.35
	2	645.0	127.4	123.6	33.5	126.7	336.8	9.8	537.2	660.8	2876	19.54	3.86	3.75	1.02	3.84	10.21	2.97	16.28	20.02	87.16	4.35
	3	639.1	126.7	122.3	32.5	127.1	337.0	5.0	535.6	657.9	2477	19.37	3.84	3.71	0.99	3.85	10.21	1.52	16.23	19.94	75.07	4.38
	4	642.0	125.8	122.0	33.1	126.7	335.6	9.9	535.1	657.1	2708	19.45	3.81	3.70	1.00	3.84	10.17	3.00	16.22	19.91	82.07	4.39
XL 36.5 kg	1	730.8	143.6	139.2	36.8	142.3	384.8	11.3	608.1	747.3	6613	20.02	3.93	3.81	1.01	3.90	10.54	3.10	16.66	20.47	181.20	4.37
	2	715.4	139.9	135.5	36.5	142.3	377.1	9.9	599.7	735.2	4109	19.60	3.83	3.71	1.00	3.90	10.33	2.71	16.43	20.14	112.60	4.43
	3	725.3	144.8	139.7	36.7	142.6	383.3	5.8	606.6	746.3	2841	19.87	3.97	3.83	1.01	3.91	10.50	1.59	16.62	20.44	77.83	4.34
	4	731.2	144.3	139.9	37.7	142.3	383.7	11.5	608.9	748.8	4236	20.03	3.95	3.83	1.03	3.90	10.51	3.15	16.68	20.51	116.05	4.35

[1]) **Der geringe Wassergehalt der einzelnen Futtermittel (ausgenommen Voll- und Magermilch) wurde als unwesentlich vernachlässigt.**

Tabelle 8 a.

Fettgehalt der Milch, täglich produzierte Menge Milch und Milchfett.

Ziege No. XV.

1. Periode = 12 Tage. Vollmilch.				4. Periode = 12 Tage. Magerm. + Butterfett.				6. Periode = 11 Tage. Magermilch.				7. Periode = 11 Tage. Mischfutter.				9. Periode = 10 Tage. Vollmilch.			
Mai	Milch g	Fett %	Fett g	Juli	Milch g	Fett %	Fett g	Sept.	Milch g	Fett %	Fett g	Okt.	Milch g	Fett %	Fett g	Nov.	Milch g	Fett %	Fett g
8.	1996	3.90	77.84	24.	1643	2.85	46.82	7.	1053	2.40	25.27	2.	1166	2.75	32.07	15.	968	3.00	29.04
9.	1989	3.70	73.60	25.	1529	3.00	45.87	8.	1081	2.40	25.95	3.	1080	2.85	30.78	16.	917	3.05	27.56
10.	1982	3.90	77.30	26.	1472	2.70	39.75	9.	1066	2.50	26.65	4.	1164	2.75	32.01	17.	896	3.40	30.47
11.	1796	4.00	71.84	27.	1587	2.85	45.23	10.	1054	2.40	25.30	5.	1141	2.45	27.96	18.	930	3.25	30.23
12.	1943	3.90	75.78	28.	1538	2.90	44.60	11.	1048	2.40	25.15	6.	1212	2.60	31.51	19.	838	3.35	28.07
13.	1952	3.95	77.10	29.	1539	2.65	40.78	12.	1096	2.20	24.12	7.	1176	2.65	31.17	20.	910	3.35	30.49
14.	1968	3.50	68.88	30.	1529	2.65	40.52	13.	1045	2.30	24.04	8.	1128	2.30	25.94	21.	840	3.40	28.56
15.	2101	3.75	78.78	31.	1566	2.75	43.06	14.	1038	2.45	25.43	9.	1109	2.45	27.17	22.	805	3.60	28.98
16.	1976	3.90	77.06	1. Aug.	1411	2.65	37.39	15.	1027	2.60	26.71	10.	1169	2.40	28.06	23.	974	3.00	29.22
17.	1847	3.85	71.10	2.	1451	2.80	40.63	16.	1058	2.50	26.45	11.	1171	2.30	26.94	24.	779	3.30	25.71
18.	2002	3.55	71.06	3.	1360	2.70	36.72	17.	1051	2.65	27.85	12.	1077	2.35	25.31				
19.	2059	3.65	75.16	4.	1536	2.70	41.47												
Mittel:	1967.6	3.80	74.63		1513.4	2.77	41.91		1056.1	2.44	25.72		1144.8	2.53	28.99		885.7	3.27	28.83

Tabelle 8 b.

Ziege No. XXXI.

1. Periode = 10 Tage. Magermilch + Butterfett.				2. Periode = 15 Tage. Vollmilch.				3. Periode = 11 Tage. Mischfutter + Butterfett.				4. Periode = 11 Tage. Magermilch + Butterfett.			
Mai	Milch g	Fett %	Fett g	Juni	Milch g	Fett %	Fett g	Juli	Milch g	Fett %	Fett g	Aug.	Milch g	Fett %	Fett g
24.	1307	3.05	39.87	16.	1150	2.50	28.75	17.	979	3.00	29.37	17.	915	2.90	26.54
25.	1338	3.00	40.14	17.	1164	2.50	29.10	18.	1044	2.90	30.28	18.	905	2.90	26.25
26.	1290	3.25	41.92	18.	1373	2.55	35.02	19.	1042	2.70	28.14	19.	865	2.95	25.52
27.	1290	2.75	35.48	19.	1372	2.80	38.42	20.	1058	2.75	29.10	20.	840	3.00	25.20
28.	1338	2.85	38.13	20.	1300	2.80	36.40	21.	1020	2.65	27.03	21.	842	3.10	26.10
29.	1282	3.00	38.46	21.	1169	2.40	28.06	22.	990	2.70	26.73	22.	875	2.80	24.50
30.	1175	3.15	37.02	22.	1226	2.60	31.88	23.	1008	2.75	27.72	23.	857	3.00	25.71
31.	1350	2.85	38.48	23.	1225	2.60	31.85	24.	1002	2.70	27.05	24.	852	3.00	25.56
1. Juni	1224	2.80	34.27	24.	1169	2.70	31.57	25.	944	2.75	25.96	25.	860	2.80	24.08
2.	1192	2.80	33.38	25.	1291	2.70	34.86	26.	980	2.75	26.95	26.	650	2.90	18.85
				26.	1183	2.60	30.76	27.	925	2.60	24.05	27.	642	2.45	15.73
				27.	1125	2.70	30.38								
				28.	1223	2.80	34.25								
				29.	1189	2.65	31.51								
				30.	1144	2.80	32.04								
Mittel:	1278.6	2.95	37.72		1220.3	2.65	32.32		999.3	2.75	27.48		827.4	2.89	24.00

Tabelle 8 c.

Ziege No. XL.

1. Periode = 13 Tage. Vollmilch.				2. Periode = 15 Tage. Magermilch + Butterfett.				3. Periode = 11 Tage. Mischfutter + Butterfett.				4. Periode = 13 Tage. Vollmilch.			
Mai	Milch g	Fett °/₀	Fett g	Juni	Milch g	Fett °/₀	Fett g	Juli	Milch g	Fett °/₀	Fett g	Aug.	Milch g	Fett °/₀	Fett g
18.	1306	3.70	48.33	21.	889	3.90	34.67	17.	810	3.65	29.56	13.	628	4.35	27.32
19.	1311	3.70	48.52	22.	910	3.55	32.30	18.	962	3.30	31.75	14.	644	4.30	27.70
20.	1280	3.65	46.72	23.	905	4.35	39.37	19.	937	3.25	30.45	15.	696	3.70	25.76
21.	1273	3.85	49.01	24.	854	4.25	36.30	20.	794	3.90	30.97	16.	346	5.55	19.21
22.	1199	3.90	46.77	25.	841	3.90	32.80	21.	705	4.05	28.55	17.	478	4.70	22.47
23.	1177	3.90	45.91	26.	694	4.00	27.76	22.	886	3.10	27.47	18.	636	3.85	24.49
24.	1129	3.85	43.47	27.	809	3.55	28.72	23.	960	3.60	34.56	19.	430	4.00	17.20
25.	1218	3.70	45.07	28.	978	3.55	34.72	24.	987	3.00	29.61	20.	704	3.60	25.35
26.	1166	3.75	43.72	29.	1078	3.35	36.11	25.	863	3.30	28.48	21.	444	5.50	24.42
27.	1085	3.85	41.78	30.	888	3.40	30.19	26.	947	3.00	28.41	22.	457	4.85	22.17
28.	1080	3.55	38.35	1. Juli	990	3.50	34.65	27.	964	3.00	28.92	23.	704	4.34	30.56
29.	1155	3.90	45.05	2.	947	3.55	33.62					24.	728	4.50	32.76
30.	1037	4.05	42.00	3.	979	3.85	37.69					25.	597	4.45	26.57
				4.	883	3.95	34.88								
				5.	888	4.10	36.41								
Mittel:	1185.7	3.80	44.97		902.3	3.78	34.01		892.2	3.38	29.88		576.3	4.44	25.07

Tabelle 3 A.

Durchschnittsanalysen der Mischmilchproben.

Tier Nummer	Periode	Futter:	Milchmenge pro Tag g	Gehalt der Mischmilchprobe: Trocken-substanz %	Fett %	Milchzucker %	Asche %	Stickstoff %	Pro Tag produzierte Menge an: Trocken-substanz g	Fett g	Milchzucker g	Asche g	Stickstoff g
XV	1	Vollmilch	1967.6	12.11	3.75	4.77	0.82	0.468	238.27	73.78	93.86	16.13	9.208
	4	Magermilch + Butterfett . . .	1513.4	10.25	2.80	4.44	0.78	0.370	155.12	42.38	67.19	11.80	5.600
	6	Magermilch	1056.1	9.93	2.45	4.44	0.61	0.380	104.87	25.88	46.89	6.44	4.013
	7	Mischfutter	1144.8	10.48	2.40	4.53	0.73	0.482	119.98	27.48	51.87	8.36	5.518
	9	Vollmilch	885.7	11.85	3.25	4.74	0.74	0.508	104.96	28.79	41.98	6.55	4.499
XXXI	1	Magermilch + Butterfett . . .	1278.6	10.68	2.80	4.42	0.78	0.420	136.55	35.80	56.52	9.97	5.370
	2	Vollmilch	1220.3	10.01	2.65	4.00	0.77	0.390	122.15	32.34	48.81	9.40	4.760
	3	Mischfutter + Butterfett . . .	999.3	9.91	2.80	4.05	0.77	0.380	99.03	27.98	40.47	7.69	3.800
	4	Magermilch + Butterfett . . .	827.4	10.03	2.70	3.91	0.80	0.400	82.99	22.34	32.35	6.62	3.310
XL	1	Vollmilch	1185.7	12.84	3.85	4.28	0.87	0.590	152.25	45.65	50.75	10.32	7.000
	2	Magermilch + Butterfett . .	902.3	12.33	3.70	4.25	0.85	0.590	111.25	33.39	38.35	7.67	5.320
	3	Mischfutter + Butterfett . . .	892.2	12.22	3.18	4.09	0.88	0.620	109.01	28.37	36.49	7.85	5.530
	4	Vollmilch	576.3	14.53	4.35	3.95	0.93	0.810	83.74	25.07	22.76	5.36	4.670

Tabelle 4a.

Milchproduktion. Korrigierte Mittelzahlen.
Zusammensetzung der Milchtrockensubstanz.

Ziege No. XV.

Periode:	Milchmenge p. Tag g	Pro Tag produzierte Menge an: Tr.-S. g	Fett g	Milchzucker g	Asche g	N g	Lebendgewicht kg
Per. 1. Vollmilch . . .	1967.6	238.27	73.78	93.86	16.13	9.208	37.6
		100 =	30.97	39.39	6.77	3.865	
Per. 4. Magermilch + Butterfett	1513.4	155.12	42.38	67.19	11.80	5.600	
Korrektur: 14. Mai bis 30. Juli = 77 Tage . . .	438.6	54.02	18.23	21.03	3.88	1.908	
Korrigiertes Mittel:	1952.0	209.14	60.61	88.22	15.68	7.508	38.8
		100 =	28.98	42.19	7.50	3.59	
Per. 6. Magermilch . .	1056.1	104.87	25.88	46.89	6.44	4.013	
Korrektur: 14. Mai bis 12. September = 121 Tage	689.1	84.89	28.65	33.04	6.10	2.999	
Korrigiertes Mittel:	1745.2	189.76	54.53	79.93	12.54	7.012	38.4
		100 =	28.74	42.12	6.61	3.696	
Per. 7. Mischfutter . .	1144.8	119.98	27.48	51.87	8.36	5.518	
Korrektur: 14. Mai bis 7. Oktober = 146 Tage .	831.5	102.43	34.57	39.87	7.36	3.618	
Korrigiertes Mittel:	1976.3	222.41	62.05	91.74	15.72	9.136	37.9
		100 =	27.90	41.25	7.07	4.108	
Per. 9. Vollmilch . . .	885.7	104.96	28.79	41.98	6.55	4.499	
Korrektur: 14. Mai bis 20. November = 190 Tage.	1081.9	133.31	44.99	51.88	9.58	4.709	
Korrigiertes Mittel:	1967.6	238.27	73.78	93.86	16.13	9.208	37.9
		100 =	30.97	39.39	6.77	3.865	

Tabelle 4b.

Ziege No. XXXI.

Periode:	Milchmenge p. Tag g	Pro Tag produzierte Menge an: Tr.-S. g	Fett g	Milchzucker g	Asche g	N g	Lebendgewicht kg
Per. 1. Magermilch . .	1278.6	136.55	35.80	56.52	9.97	5.37	30.6
		100 =	26.22	41.39	7.30	3.93	
Per. 2. Vollmilch . . .	1220.3	122.15	32.34	48.81	9.40	4.76	
Korrektur: 28. Mai bis 23. Juni = 26 Tage. . .	136.4	16.19	4.07	7.31	1.01	0.62	
Korrigiertes Mittel:	1356.7	138.34	36.41	56.12	10.41	5.38	31.4
		100 =	26.32	40.56	7.52	3.89	
Per. 3. Mischf.+Butterfett	999.3	99.03	27.98	40.47	7.69	3.80	
Korrektur: 28. Mai bis 22. Juli = 55 Tage . . .	288.5	34.25	8.61	15.46	2.14	1.32	
Korrigiertes Mittel:	1287.8	133.28	36.59	55.93	9.83	5.12	31.8
		100 =	27.46	41.96	7.38	3.84	
Per. 4. Magermilch . .	827.4	82.99	22.34	32.35	6.62	3.31	
Korrektur: 28. Mai bis 22. August = 86 Tage. .	451.2	53.56	13.46	24.17	3.35	2.06	
Korrigiertes Mittel:	1278.6	136.55	35.80	56.52	9.97	5.37	31.6
		100 =	26.22	41.39	7.30	3.93	

Tabelle 4c.

Ziege No. XL.

Periode:	Milchmenge p. Tag g	Pro Tag produzierte Menge an: Tr.-S. g	Fett g	Milchzucker g	Asche g	N g	Lebendgewicht kg
Per. 1. Vollmilch . . .	1185.7	152.25	45.65	50.75	10.32	7.00	35.9
		100 =	29.99	33.33	6.78	4.60	
Per. 2. Magermilch + Butterfett	902.3	111.25	33.39	38.35	7.67	5.32	
Korrektur: 24. Mai bis 28. Juni = 35 Tage . . .	245.3	27.56	8.28	11.26	2.00	0.94	
Korrigiertes Mittel:	1147.6	138.81	41.67	49.61	9.67	6.26	37.3
		100 =	30.02	35.74	6.97	4.51	
Per. 3. Mischf. + Butterfett	892.2	109.01	28.37	36.49	7.85	5.53	
Korrektur: 24. Mai bis 22. Juli = 59 Tage . . .	413.3	46.46	13.95	18.98	3.36	1.58	
Korrigiertes Mittel:	1305.5	155.47	42.32	55.47	11.21	7.11	38.0
		100 =	27.22	35.68	7.21	4.57	
Per. 4. Vollmilch . . .	576.3	83.74	25.07	22.76	5.36	4.67	
Korrektur: 24. Mai bis 19. August = 87 Tage . .	609.4	68.51	20.58	27.99	4.96	2.33	
Korrigiertes Mittel:	1185.7	152.25	45.65	50.75	10.32	7.00	40.1
		100 =	29.99	33.33	6.78	4.60	

Ta-

Differenzwerte der Erträge

a) Ver-

Tier	Periode	Futter:	Milch g	Tr.-S. g
		1. Vergleich von Vollmilch		
XV	1/9	Vollmilch	1967.6	238.27
	4	Magermilch + Butterfett	1952.0	209.14
		+ oder — bei Vollmilch:	+ 15.6	+ 29.13
		Magermilch + Butterfett in Prozenten von Vollmilch:	99.2	87.8
		2. Vergleich von Mager-		
XV	6	Magermilch	1745.2	189.76
	7	Mischfutter	1976.3	222.41
		+ oder — bei Magermilch:	— 231.1	— 32.65
		Mischfutter in Prozenten von Magermilch:	—	—

b) Ver-

Tier	Periode	Futter:	Milch g	Tr.-S. g
		1. Vergleich von Vollmilch		
XXXI	2	Vollmilch	1356.7	138.34
	1/4	Magermilch + Butterfett	1278.6	136.55
		+ oder — bei Vollmilch:	+ 78.1	+ 1.79
		Magermilch + Butterfett in Prozenten von Vollmilch:	94.3	98.7
XL	1/4	Vollmilch	1185.7	152.25
	2	Magermilch + Butterfett	1147.6	138.81
		+ oder — bei Vollmilch:	+ 38.1	+ 13.44
		Magermilch + Butterfett in Prozenten von Vollmilch:	96.8	91.2

belle 5.

der verschiedenen Rationen.

suche 1905.

Fett g	Milchzucker g	Asche g	Stickstoff g	Gehalt der Milch an: Tr.-S. %	Fett %	Zusammensetzung der Trockensubstanz: Fett %	Milchzucker %	Asche %	Stickstoff %
mit Magermilch + Butterfett.									
73.78	93.86	16.13	9.21	12.11	3.75	30.97	39.39	6.77	3.87
60.61	88.22	15.68	7.51	10.71	3.11	28.98	42.19	7.50	3.59
+ 13.17	+ 5.64	+ 0.45	+ 1.70	+ 1.40	+ 0.64	+ 1.99	— 2.80	— 0.73	+ 0.28
82.1	94.0	97.2	81.5	88.4	82.9	93.6	—	—	92.8
milch mit Mischfutter.									
54.53	79.93	12.54	7.01	10.87	3.12	28.74	42.12	6.61	3.70
62.05	91.74	15.72	9.14	11.25	3.14	27.90	41.25	7.07	4.11
— 7.52	— 11.81	— 3.18	— 2.13	— 0.38	— 0.02	+ 0.84	+ 0.87	— 0.46	— 0.41
—	—	—	—	—	—	97.1	97.9	—	—
suche 1906.									
mit Magermilch + Butterfett.									
36.41	56.12	10.41	5.38	10.20	2.68	26.32	40.56	7.52	3.89
35.80	56.52	9.97	5.37	10.68	2.80	26.22	41.39	7.30	3.93
+ 0.61	— 0.40	+ 0.44	+ 0.01	— 0.48	— 0.12	+ 0.10	— 0.83	+ 0.22	— 0.04
98.3	—	95.8	99.8	—	—	99.6	—	97.1	—
45.65	50.75	10.32	7.00	12.84	3.85	29.99	33.33	6.78	4.60
41.67	49.61	9.67	6.26	12.10	3.63	30.02	35.74	6.97	4.51
+ 3.98	+ 1.14	+ 0.65	+ 0.74	+ 0.74	+ 0.22	— 0.03	— 2.41	— 0.19	+ 0.09
91.3	97.8	93.7	89.3	94.2	94.3	—	—	—	98.0

Noch Ta-

2. Vergleich von Vollmilch

Tier	Periode	Futter:	Milch g	Tr.-S. g
XXXI	2	Vollmilch	1356.7	138.34
	3	Mischfutter + Butterfett	1287.8	133.28
		+ oder — bei Vollmilch:	+ 68.9	+ 5.06
		Mischfutter + Butterfett in Prozenten von Vollmilch:	94.9	96.3
XL	1/4	Vollmilch	1185.7	152.25
	3	Mischfutter + Butterfett	1305.5	155.47
		+ oder — bei Vollmilch:	— 119.8	— 3.22
		Mischfutter + Butterfett in Prozenten von Vollmilch:	—	—

3. Vergleich von Mager-

Tier	Periode	Futter:	Milch g	Tr.-S. g
XXXI	1/4	Magermilch + Butterfett	1278.6	136.55
	3	Mischfutter + Butterfett	1287.8	133.28
		+ oder — bei Magermilch + Butterfett:	— 9.2	+ 3.27
		Mischf. + Butterfett in Proz. von Magermilch + Butterfett:	—	97.6
XL	2	Magermilch + Butterfett	1147.6	138.81
	3	Mischfutter + Butterfett	1305.5	155.47
		+ oder — bei Magermilch + Butterfett:	— 157.9	— 16.66
		Mischf. + Butterfett in Proz. von Magermilch + Butterfett:	—	—

belle 5.

mit Mischfutter + Butterfett.

Fett g	Milchzucker g	Asche g	Stickstoff g	Gehalt der Milch an: Tr.-S. %	Fett %	Zusammensetzung der Trockensubstanz: Fett %	Milchzucker %	Asche %	Stickstoff %
36.41	56.12	10.41	5.38	10.20	2.68	26.32	40.56	7.52	3.89
36.59	55.93	9.83	5.12	10.35	2.84	27.46	41.96	7.38	3.84
— 0.18	+ 0.19	+ 0.58	+ 0.26	— 0.15	— 0.16	— 1.14	— 1.40	+ 0.14	+ 0.05
—	99.7	94.4	95.2	—	—	—	—	98.1	98.7
45.65	50.75	10.32	7.00	12.84	3.85	29.99	33.33	6.78	4.60
42.32	55.47	11.21	7.11	11.91	3.24	27.22	35.68	7.21	4.57
+ 3.33	— 4.72	— 0.89	— 0.11	+ 0.93	+ 0.61	+ 2.77	— 2.35	— 0.43	+ 0.03
92.7	—	—	—	92.8	84.2	90.8	—	—	99.3

milch mit Mischfutter.

Fett g	Milchzucker g	Asche g	Stickstoff g	Tr.-S. %	Fett %	Fett %	Milchzucker %	Asche %	Stickstoff %
35.80	56.52	9.97	5.37	10.68	2.80	26.22	41.39	7.30	3.93
36.59	55.93	9.83	5.12	10.35	2.84	27.46	41.96	7.38	3.84
— 0.79	+ 0.59	+ 0.14	+ 0.25	+ 0.33	— 0.04	— 1.24	— 0.57	— 0.08	+ 0.09
—	99.0	98.6	95.3	96.9	—	—	—	—	97.7
41.67	49.61	9.67	6.26	12.10	3.63	30.02	35.74	6.97	4.51
42.32	55.47	11.21	7.11	11.91	3.24	27.22	35.68	7.21	4.57
— 0.65	— 5.86	— 1.54	— 0.85	+ 0.19	+ 0.39	+ 2.80	+ 0.06	— 0.24	— 0.06
—	—	—	—	98.4	89.3	90.7	99.8	—	—



Mitteilung der landw. Versuchsstation Bernburg.

Über den Einfluss der Mineraldüngung auf die Stickstoffbindung durch niedere Organismen im Boden.

Von

Professor Dr. H. WILFARTH †
und Dr. G. WIMMER (Berichterstatter).

Einleitung.

Aus der unermesslichen Stickstoffmenge, welche das uns umgebende Luftmeer birgt, zehren die Pflanzen, und somit auch Menschen und Tiere vom Beginn ihres Daseins an. Jahrtausende sind jedoch vergangen bis diese Tatsache der Menschheit zum Bewusstsein gekommen ist, erst in der Neuzeit wurden durch die fortschreitende wissenschaftliche Forschung Fälle festgestellt, bei welchen der Stickstoffbedarf von höheren Pflanzen und niederen Organismen mit Sicherheit ganz oder teilweise der Atmosphäre entnommen wurde. Jene unversiegliche Quelle des Luftstickstoffs der Menschheit dauernd nutzbar zu machen ist nun das Ziel aller Forscher geworden, welche sich mit diesem Teile der Stickstofffrage beschäftigen. Der Weg zum Ziele ist weit, und die praktischen Erfolge, welche auf diesem Gebiete erzielt wurden, sind, abgesehen von dem Leguminosenbau, vielfach noch dürftig, aber auf Grund der Ernährung niederer Organismen dürfen wir durchgreifende Erfolge in Bezug auf die Stickstoffgewinnung, ebenso wie bei den Hülsenfrüchten auch erst dann erwarten, wenn das grosse, noch ziemlich dunkle Gebiet der Ernährung und Wirkungsweise niederer Lebewesen sicherer durchforscht ist.

Wir wollen die hierher gehörigen, von den verschiedensten Seiten ausgeführten Versuche an dieser Stelle nicht noch einmal

zusammentragen — von anderen Autoren ist dieses ja in der letzten Zeit geschehen — das aber geht aus allen Versuchen hervor: Bevor wir die bisher gewonnenen Ergebnisse praktisch allgemein verwerten können, hat uns die wissenschaftliche Forschung noch viele Fragen zu beantworten, denn gerade auf diesem Gebiete ist die richtige Deutung der Ergebnisse von Feldversuchen ausserordentlich schwer.

Noch sehr wenig bearbeitete Fragen sind die nach der Wirkung der Mineralstoffdüngung auf die Stickstoffbindung durch niedere Organismen, bezw. nach der Wirkung niederer Organismen auf die Mineralstoffumsetzung und Lösung oder Festlegung gewisser Mineralstoffe im Boden.

Beiden Fragen haben wir uns zugewandt. Die folgende Abhandlung enthält die Resultate einer Versuchsreihe über den Einfluss der Mineraldüngung auf die Stickstoffbindung durch niedere Organismen im Boden.

Beschreibung der Versuche.

Bereits im Jahre 1897 ist von uns eine noch von Hellriegel verfasste Arbeit über die Stickstoffbindung durch niedere Organismen im Boden, veröffentlicht worden[1]). Die Versuche wurden in mit reinem Sand gefüllten Kulturgefässen ausgeführt. Der Sand, 4 oder 8 kg pro Gefäss, wurde mit einer der üblichen, für die Ernährung der Gerste geeigneten Nährflüssigkeit versetzt, teils mit, teils ohne Nitratzusatz (Calcium- oder Ammoniumnitrat), der Wassergehalt des Bodenmaterials betrug 17 %, schwankte aber in der vom 12. April bis 24. August dauernden Vegetationsperiode von 10—17 %. Die Gefässe waren teils ungeimpft, teils mit Bodenaufgüssen verschiedener Herkunft versetzt.

Ein Teil der Versuche blieb die ganze Vegetationsdauer hindurch frei dem Lichte ausgesetzt, ein Teil war beständig verdunkelt.

Es ergab sich aus diesen Versuchen, dass sich in allen Gefässen, welche geimpft und dem Lichte ausgesetzt waren, eine reiche Algenflora entwickelte, sowohl unter den durchsichtigen Glaswandungen, als auch an der Oberfläche der Gefässe,

---

[1]) Zeitschr. des Vereins der Deutschen Zuckerindustrie 1897: Beiträge zur Stickstofffrage, Kap. 3. S. 163—189 (auch in der Verlagsbuchhandlung von Paul Parey in Berlin erschienen.

dass diese aber in den nicht geimpften und geimpften, aber verdunkelten Gefässen ganz oder doch nahezu gänzlich ausblieb.

Für die Analyse wurde am Schlusse der Versuche in jedem Kulturgefäss der innere algenlose Kern des Sandes von der äusseren, algenhaltigen Schicht getrennt, damit eine Untersuchung beider möglich wurde. Als Resultat ergab sich, dass in den nicht geimpften, bezw. geimpften aber verdunkelten Gefässen, ebenso in dem inneren, algenlosen Sandkern der geimpften und belichteten Gefässe ein nennenswerter Stickstoffgewinn nicht eingetreten war.

Die geringen Stickstoffmengen, bis etwa 10 mg pro Gefäss, liegen ganz oder teilweise innerhalb der Analysenfehlergrenze.

In der äusseren algenbesetzten Schicht der belichteten Versuche wurde jedoch ein deutlicher Stickstoffgewinn — etwa 50 mg N pro Kulturgefäss — festgestellt. Bei einer grösseren Zugabe von Nitraten wurde regelmässig ein Stickstoffverlust beobachtet, jedenfalls infolge einer teilweisen Zersetzung der Nitrate.

Aus diesen Ergebnissen konnte gefolgert werden, dass eine Bindung des freien Stickstoffs durch Bakterien allein in irgend einer sicheren festzustellenden Menge nicht stattgefunden hatte, weil der innere algenlose Teil des Sandes und der ganze Sand der verdunkelten, ebenfalls algenlosen Gefässe auch nach dem Versuche noch nahezn frei von Stickstoff gefunden wurde. Eine Stickstoffzunahme hatte lediglich in der äusseren stark mit Algen durchsetzten Sandschicht stattgefunden, war also, was sich durch diesen Versuch nicht entscheiden lässt, entweder durch die Algen allein oder durch Bakterien in Symbiose mit Algen herbeigeführt worden. Jedenfalls wurde der Stickstoff in anfangs unlöslicher, organischer Form niedergelegt, da Pflanzen, welche in ebenso beschickten Gefässen wuchsen, in demselben Jahre diesen Stickstoff nicht für sich auszunutzen imstande waren. Anderer dringender Arbeit wegen konnten wir die Fortsetzung dieser Untersuchungen erst im Jahre 1903 beginnen. Wir sind uns nun zwar bewusst, dass man die Frage, ob Algen oder Bakterien allein oder nur beide zusammen den freien, atmosphärischen Stickstoff zu binden vermögen, lediglich mit Hülfe von Reinkulturen zu lösen vermag, doch da uns Reinkulturen nicht zur Verfügung standen, liessen wir diese Frage abermals beiseite, steckten uns aber das Ziel, den Einfluss der Mineraldüngung

auf die Stickstoffbindung festzustellen und widmeten die folgenden Versuche hauptsächlich der Wirkung der Phosphorsäure.

Ähnliche Versuche mit Kalium konnten bis jetzt mit Erfolg nicht durchgeführt werden, weil es uns bisher nicht gelang, den verwendeten Kultursand gänzlich von löslichen Kaliverbindungen zu befreien. Im Laufe einer Vegetationsperiode wird stets so viel Kalium frei, dass auch ohne Kalizusatz ein lebhaftes Wachstum von Algen, natürlich auch von Bakterien, erfolgt.

Da also die Stickstoffbindung bei gänzlichem Fehlen von Kalium oder auch nur bei sehr starkem Kalimangel nicht festgestellt werden konnte, wurden nach dieser Methode ausgeführte Versuche vorläufig als aussichtslos zurückgestellt.

Je 2 kg des für alle Sandkulturen benutzten, durch ein 0,5 mm Sieb gesiebten, weissen Quarzsandes wurden mit den aus folgender Tabelle ersichtlichen Nährstoffmengen, dem für die Impfung erforderlichen Bodenaufguss und 350 ccm destilliertem Wasser gleichmässig vermischt und dann, wie bei der Methode der Sandkultur üblich, unter sanftem Andrücken in durchsichtige Glasgefässe eingefüllt. Diese hatten eine Höhe von 25 cm, einen Durchmesser von 11 cm. Auf dem mit einem Loch versehenen Boden der Gefässe befand sich eine aus gewaschenen Kieselsteinen bestehende Steinschicht, welche von dem darüber befindlichen Sande durch eine dünne Tafel ungeleimter Watte getrennt war. Die Höhe der Sandschicht betrug dann 20 cm. Die einzelnen Gefässe erhielten folgende Düngung:

Tabelle I.

Versuch No.	Düngung:									Bodenaufguss ccm
	N als NH_4NO_3 mg	N als $(NH_4)_2SO_4$ mg	P_2O_5 als K_2HPO_4 mg	P_2O_5 als $CaHPO_4$ mg	K_2O als K_2HPO_4 mg	K_2O als KCl mg	K_2O insgesamt mg	MgO als $MgSO_4$ mg	$CaCO_3$ mg	
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.
1, 2	—	—	—	—	—	235	235	40	200	40
3, 4	—	—	—	35.5	—	235	235	40	200	40
5, 6	—	—	—	142.0	—	235	235	40	200	40
7, 8	—	14	—	142.0	—	235	235	40	200	40
9, 10	14	—	—	142.0	—	235	235	40	200	40
11, 12	—	—	35.5	—	47	188	235	40	200	40
13, 14	—	—	142.0	—	188	47	235	40	200	40
15, 16	—	14	142.0	—	188	47	235	40	200	40
17, 18	14	—	142.0	—	188	47	235	40	200	40

Zur Herstellung des Bodenaufgusses wurde vom Versuchsfeld der Station stammender Boden benutzt. (200 g trockener Boden auf 1 Liter destilliertes Wasser.) Der feucht abgewogene Boden wurde mit der erforderlichen Wassermenge etwa 5 Minuten geschüttelt und dann zum Absetzen 1 Stunde sich selbst überlassen. Die obenstehende, getrübte Flüssigkeit wurde mit einem Heber vorsichtig abgezogen, durch ein feinmaschiges Drahtnetz filtriert, um gröbere Teile, wie Stroh und Wurzelreste zurückzuhalten, und dann vor dem Abmessen der für jeden Versuch erforderlichen 40 ccm sorgfältig umgeschüttelt. Durch die 40 ccm Bodenaufguss wurden den einzelnen Versuchen also die Keime von je 8 g trockenem Boden zugeführt. Die Analyse dieses Bodenaufgusses missglückte leider. Nach unsern ausserordentlich zahlreichen, früheren Erfahrungen aber enthalten in derselben Weise hergestellte Bodenaufgüsse nur Spuren von Phosphorsäure und sehr geringe Stickstoffmengen. Wir haben für den vorliegenden Fall den Durchschnitt der Analysen von 20 ebenso hergestellten Bodenaufgüssen zugrunde gelegt, wobei in 100 ccm durchschnittlich nur 1.120 mg N gefunden wurden. Mit 40 ccm Bodenaufguss führten wir also den Versuchen je 0.448 mg N zu.

Bei den Versuchen ohne Phosphorsäure, No. 1 und 2, entwickelten sich in den ersten Monaten der Vegetationsperiode (wie übrigens bei allen ohne Phosphorsäure ausgeführten Sandkulturversuchen) keine Algen, erst spät traten einige kleine Kolonien blau-grüner Algen an den Seitenwandungen der Gefässe auf, besonders im oberen Teile der äusseren Schicht zwischen Sand und Glaswandung. In No. 1 entstand gegen Schluss der Vegetationszeit, offenbar durch eine zufällige Verunreinigung, eine grössere Algenkolonie, welche später gesondert untersucht wurde. In den mit Phosphorsäure gedüngten Töpfen entwickelte sich jedoch eine reiche Algenflora, sowohl an der Oberfläche, als auch an den Seitenwandungen der Gefässe. Eine genaue Bestimmung der Arten wurde nicht vorgenommen, doch waren, wie immer in solchen Fällen, neben Chlorophyceen auch Vertreter der blau-grünen Algen, Nostoc- und Oscillariaarten, vorhanden. Während der Vegetationszeit standen die Gefässe zwischen den anderen bepflanzten Kulturgefässen und wurden wie diese nach Bedarf (Kontrolle auf der Wage) mit destilliertem Wasser begossen. Durch die verschiedene Form der Phosphor-

säuregabe ($CaHPO_4$ und K_2HPO_4) wurde ein äusserlich sichtbarer Unterschied im Wachstum der Algen nicht hervorgerufen, ebenso zeigten die Gefässe mit wenig und viel Phosphorsäure äusserlich keine Unterschiede.

Bei der Ernte wurde folgendermassen verfahren. In dem Kultursand konnten nach Beendigung des Versuches drei verschiedene Schichten festgestellt werden:

1. Die obere, mit Algen bewachsene, und von aussen her möglicherweise auch verunreinigte Schicht,
2. die an den Gefässwandungen befindliche, reich mit Algen besetzte, äussere Schicht,
3. der innere, algenlose Kern des Sandes.

Diese drei Schichten wurden getrennt gesammelt, um den Ort der grössten Stickstoffsammlung im Gefässe festzustellen und so in die Lage kommen, die Stickstoffbindung mit grösserer Wahrscheinlichkeit auf ihren wahren Ursprung zurückführen zu können.

Zu diesem Zwecke wurde die obere Schicht des Sandes in einer Dicke von 2—3 cm abgenommen, und nun in den Sand genau zentral und senkrecht ein Zinkzylinder von 10 cm Durchmesser bis zum Boden eingestossen, wodurch also der innere Kern des Sandes von der äusseren, algenhaltigen Schicht getrennt wurde. Alle drei Teile liess man nun lufttrocken, da das Bodenmaterial aus Sand besteht, also nahezu wasserfrei werden, und siebte sie durch ein 0.5 mm Sieb. Es geschah dieses, um bei der Analyse sicherere Resultate erhalten zu können, denn aus dem mit Algen nicht gleichmässig durchsetzten Sande lässt sich nur sehr schwer eine richtige Durchschnittsprobe nehmen, so aber wurde der grösste Teil der Algen, soweit sie sich zu grösseren oder kleineren Klümpchen zusammengeballt hatten, mit etwas Sand durchsetzt, abgesiebt. Der durchgesiebte Sand enthielt nur sehr feine Algenteile.

Aus den derart gewonnenen Einzelteilen des Gefässinhaltes liessen sich leicht gute Durchschnittsproben nehmen, event. konnte man den ganzen abgesiebten Teil zur Analyse verwenden. Der innere, algenlose Kern des Sandes hinterliess auf dem Siebe natürlich keinen Rückstand, da der Kultursand an und für sich für alle Versuche durch ein 0.5 mm Sieb gesiebt wird.

Die Stickstoffbestimmung in dem Sande vor Beginn des Versuches ergab 2.726 mg N in 1 kg Sand. Durch den Sand

wurden also jedem Versuche von vornherein 5.452 mg N zugeführt. Dieser Stickstoff ist vorhanden in Form von organischem Staube.

Die Stickstoffbestimmungen[1]) wurden nach Kjeldahl ausgeführt. Eür jede Analyse wurden, wie aus Tabelle II hervorgeht, von den algenlosen oder algenarmen Sandteilen je 50 g, von den sandhaltigen Algen dagegen entsprechend kleinere Mengen angewandt. Im ersteren Falle wurde abdestilliert ohne Vorlegung von Schwefelsäure, und das im Wasser aufgefangene Ammoniak wurde mit verdünnter Schwefelsäure (1 ccm = 0.6702 mg N) titriert, im letzteren Falle wurde Schwefelsäure vorgelegt und mit Natronlauge zurücktitriert.

Die bei den Analysen verwendeten 30 ccm konzentrierter Schwefelsäure, 0.7 g Quecksilber und die entsprechenden Mengen von Schwefelkalium und Natronlauge enthielten, wie durch blinde Versuche festgestellt wurde, zusammen 0.0782 mg N, welche jedesmal von den gefundenen Mengen in Abzug gebracht sind.

Ergebnisse der Versuche.

Die zahlenmässigen Ergebnisse der Versuche sind in Tabelle II niedergelegt.

(Siehe die Tabelle II auf S. 34—39.)

In Spalte 5 umfasst Teil I der Schicht stets den abgesiebten, von Algen möglichst befreiten Sand, Teil II die abgesiebten sandhaltigen Algen. Es wird dem Leser auffallen, dass das Gesamtgewicht aller Schichten (Spalte 6) fast niemals ganz 2000 g, wie im Anfange des Versuches, beträgt. Die geringen Verluste sind bei dem Trennen der einzelnen Schichten eingetreten, kommen aber für das Resultat der Versuche nach keiner Richtung hin in Betracht.

In Spalte 6 beträgt das Gewicht der oberen Schicht Teil I bei No. 12 = 180.20 g, bei No. 13 = 301.70 g. Hier wurde versehentlich ein Teil des Sandes von No. 12 zu No. 13 geschüttet. Dadurch entsteht natürlich ein kleiner Fehler. Da dieser jedoch für das Gesamtresultat wiederum kaum in Betracht kommt, haben wir denselben bei der Berechnung vernachlässigt.

[1]) Die Stickstoffbestimmungen und auch die später zu besprechenden Bestimmungen der organischen Substanz führte Herr O. Ringleben aus.

Tabelle II.

Nummer	Düngung pro Gefäss: P₂O₅ g	K₂O g	N g	Die Untersuchung bezog sich auf:	Gewicht der einzelnen Schichten lufttrocken g	Angewandt zur Analyse g	N gefunden nach Abzug der durch blinde Versuche gefund. Menge mg	N in der Schicht bei Beginn des Versuchs mg	N in der Schicht nach dem Versuch mg	N Gewinn mg	N Gewinn pro Versuch Mittel mg
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1	—	0.235	—	Äussere Schicht, Teil I .	462.30	50.0	0.6556	1.364	6.062	4.698	
				" " " II .	2.94	2.9340	0.3239	0.009	0.325	0.316	
				Gesamte äussere Schicht.	465.24	—	—	1.373	6.387	5.014	
				Obere Schicht, Teil I . .	237.70	50.0	0.7427	0.701	3.531	2.830	
				" " " II . .	2.90	2.8974	0.7723	0.009	0.773	0.764	
				Gesamte obere Schicht .	240.60	—	—	0.710	4.304	3.594	
				Innere Schicht	1280.90	50.0	0.1765	3.779	4.522	0.743	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1986.74	—	—	5.862	15.213	9.351	9.585
2	—	0.235	—	Äussere Schicht, Teil I .	425.70	50.0	0.7931	1.255	6.752	5.497	
				" " " II .	2.06	2.0560	0.0156	0.006	0.016	0.010	
				Gesamte äussere Schicht.	427.76	—	—	1.261	6.768	5.507	
				Obere Schicht, Teil I . .	259.90	50.0	0.7730	0.766	4.018	3.252	
				" " " II . .	4.18	4.1706	0.8403	0.012	0.842	0.830	
				Gesamte obere Schicht .	264.08	—	—	0.778	4.860	4.082	
				Innere Schicht	1291.70	50.0	0.1564	3.810	4.040	0.230	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1983.54	—	—	5.849	15.668	9.819	
3	0.0355[1])	0.235	—	Äussere Schicht, Teil I .	518.40	50.0	2.5691	1.529	26.636	25.107	
				" " " II .	47.55	15.0	5.7052	0.141	18.085	17.944	
				Gesamte äussere Schicht.	565.95	—	—	1.670	44.721	43.051	
				Obere Schicht, Teil I . .	347.50	50.0	0.9338	1.025	6.490	5.465	
				" " " II . .	9.08	9.0706	3.3918	0.027	3.393	3.366	
				Gesamte obere Schicht .	356.58	—	—	1.052	9.883	8.831	
				Innere Schicht	1058.30	50.0	0.3440	3.122	7.281	4.159	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1980.83	—	—	5.844	61.885	56.041	57.152

4	0.0355 [1])	0.235	—	Äussere Schicht, Teil I .	399.30	50.0	3.2393	1.177	25.869	24.692	
				„ „ „ II .	59.37	20.0	6.8619	0.175	20.370	20.195	
				Gesamte äussere Schicht.	458.67	—	—	1.352	46.239	44.887	
				Obere Schicht, Teil I . .	295.20	50.0	1.0008	0.871	5.909	5.038	
				„ „ „ II . .	8.48	8.4775	2.7114	0.025	2.712	2.687	
				Gesamte obere Schicht .	303.68	—	—	0.896	8.621	7.725	
				Innere Schicht	1227.60	50.0	0.3776	3.621	9.271	5.650	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1989.95	—	—	5.869	64.131	58.262	
5	0.142 [1])	0.235	—	Äussere Schicht, Teil II .	44.81	15.0	7.9165	0.132	23.649	23.517	
				Obere Schicht, Teil I . .	265.60	50.0	1.0075	0.783	5.352	4.569	
				„ „ „ II . .	8.78	8.7725	4.2423	0.026	4.246	4.220	
				Gesamte obere Schicht .	274.38	—	—	0.809	9.598	8.789	
				Inn. u. äuss. Schicht, Teil I	1645.70	50.0	1.1818	4.855	38.898	34.043	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1964.89	—	—	5.796	72.145	66.349	66.912
6	0.142 [1])	0.235	—	Äussere Schicht, Teil II .	49.24	15.0	9.3453	0.145	30.678	30.533	
				Obere Schicht, Teil I . .	362.30	50.0	0.9405	1.069	6.815	5.746	
				„ „ „ II . .	8.65	8.6450	4.6846	0.026	4.687	4.661	
				Gesamte obere Schicht .	370.95	—	—	1.095	11.502	10.407	
				Inn u. äuss. Schicht, Teil I	1542.70	50.0	1.0075	4.551	31.085	26.534	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1962.89	—	—	5.791	73.265	67.474	
7	0.142 [1])	0.235	0.014 [2])	Inn. u. ob. Schicht, Teil I	1922.40	50.0	1.0679	19.127	41.059	21.932	
				Äuss. u. ob. Schicht, Teil II	50.90	15.0	7.5083	0.507	25.478	24.971	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1973.30	—	—	19.634	66.537	46.903	
8	0.142 [1])	0.235	0.014 [2])	Äussere Schicht, Teil II	30.00	9.5644	6.2835	0.299	19.709	19.410	
				Obere Schicht, Teil I . .	322.00	50.0	0.7260	3.204	4.675	1.471	45.435
				„ „ „ II . .	4.37	4.3635	2.2011	0.044	2.204	2.160	
				Gesamte obere Schicht .	326.37	—	—	3.248	6.879	3.631	
				Inn. u. äuss. Schicht, Teil I	1607.70	50.0	1.1483	15.997	36.922	20.925	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1964.07	—	—	19.544	63.510	43.966	

[1]) Gegeben in Form von Calciumbiphosphat. — [2]) Gegeben als Ammonsulfat.

Noch: Tabelle II.

Nummer	Düngung pro Gefäss: P_2O_5 g	K_2O g	N g	Die Untersuchung bezog sich auf:	Gewicht der einzelnen Schichten lufttrocken g	Angewandt zur Analyse g	N gefunden nach Abzug der durch blinde Versuche gefund. Menge mg	N in der Schicht bei Beginn des Versuchs mg	N in der Schicht nach dem Versuch mg	N Gewinn mg	N Gewinn pro Versuch Mittel mg
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
9	0.142 [1])	0.235	0.014 [2])	Äussere Schicht, Teil II	42.34	15.0	10.7742	0.421	30.412	29.991	41.204 (9 und 10)
				Obere Schicht, Teil I. .	311.80	50.0	0.6724	3.102	4.193	1.091	
				„ „ „ II. .	7.13	7.1280	4.1063	0.071	4.107	4.036	
				Gesamte obere Schicht .	318.93	—	—	3.173	8.300	5.127	
				Inn. u. äuss. Schicht, Teil I	1631.00	50.0	0.8936	16.228	29.149	12.921	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1992.27	—	—	19.822	67.861	48.039	
10	0.142 [1])	0.235	0.014	Äussere Schicht, Teil II	30.90	10.6395	6.2835	0.307	18.249	17.942	
				Obere Schicht, Teil I. .	300.90	50.0	0.6255	2.994	3.764	0.770	
				„ „ „ II. .	8.03	8.0305	3.5619	0.080	3.562	3.482	
				Gesamte obere Schicht .	308.93	—	—	3.074	7.326	4.252	
				Inn. u. äuss. Schicht, Teil I	1678.70	50.0	0.8601	16.703	28.877	12.174	
				Gesamtinhalt des Gefässes	2018.53	—	—	20.084	54.452	34.368	
11	0.0355 [3])	0.235	—	Äussere Schicht, Teil I	466.70	50.0	2.7031	1.377	25.231	23.854	
				„ „ „ II	26.32	10.0	8.7330	0.078	22.985	22.907	
				Gesamte äussere Schicht	493.02	—	—	1.455	48.216	46.761	
				Obere Schicht, Teil I. .	309.40	50.0	1.0209	0.912	6.317	5.405	
				„ „ „ II. .	11.21	11.1880	5.8753	0.034	5.887	5.853	
				Gesamte obere Schicht .	320.61	—	—	0.946	12.204	11.258	
				Innere Schicht	1180.80	50.0	0.3172	3.483	7.491	4.008	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1994.43	—	—	5.884	67.911	62.027	62.921 (11)

12	0.0355 [2])	0.235	—	Äussere Schicht, Teil I	498.70	50.0	2.5356	1.471	25.290	23.819	
				„ „ „ II	50.28	15.0	8.6649	0.148	29.045	28.897	
				Gesamte äussere Schicht	548.98	—	—	1.619	54.335	52.716	
				Obere Schicht, Teil I. .	180.20 [4])	50.0	0.9137	0.531	3.293	2.762	
				„ „ „ II. .	14.82	14.8150	5.6813	0.043	5.605	5.562	
				Gesamte obere Schicht .	195.02	—	—	0.574	8.898	8.324	
				Innere Schicht	1129.80	50.0	0.2703	3.333	6.108	2.775	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1873.80	—	—	5.526	69.341	63.815	
13	0.142 [3])	0.235	—	Äussere Schicht, Teil I	501.20	50.0	2.8841	1.478	28.910	27.432	
				„ „ „ II	34.23	10.0	7.5763	0.101	25.934	25.833	
				Gesamte äussere Schicht	535.43	—	—	1.579	54.844	53.265	
				Obere Schicht, Teil I. .	301.70	50.0	1.5571	0.890	9.396	8.506	
				„ „ „ II. .	9.95	9.9240	4.9227	0.029	4.936	4.907	
				Gesamte obere Schicht .	311.65	—	—	0.919	14.332	13.413	
				Innere Schicht	1258.50	50.0	0.2100	3.713	5.286	1.573	
				Gesamtinhalt des Gefässes	2105.58	—	—	6.211	74.462	68.251	72.114
14	0.142 [3])	0.235	—	Äussere Schicht, Teil I	492.90	50.0	2.5289	1.454	24.930	23.476	
				„ „ „ II	48.65	15.0	10.5657	0.144	34.268	34.124	
				Gesamte äussere Schicht	541.55	—	—	1.598	59.198	57.600	
				Obere Schicht, Teil I. .	222.70	50.0	1.3962	0.657	6.219	5.562	
				„ „ „ II. .	13.16	13.1550	6.6918	0.039	6.694	6.655	
				Gesamte obere Schicht .	235.86	—	—	0.696	12.913	12.217	
				Innere Schicht	1230.90	50.0	0.3977	3.631	9.791	6.160	
				Gesamtinhalt des Gefässes	2008.31	—	—	5.925	81.902	75.977	

[1]) Gegeben in Form von Calciumbiphosphat. — [2]) Gegeben in Form von Ammonnitrat. — [3]) Gegeben als Kaliumbiphosphat. — [4]) Versehentlich wurde ein Teil des Sandes zu No. 13 geschüttet.

Noch: Tabelle II.

Nummer	Düngung pro Gefäss: P_2O_5 g	K_2O g	N g	Die Untersuchung bezog sich auf:	Gewicht der einzelnen Schichten lufttrocken g	Angewandt zur Analyse g	N gefunden nach Abzug der durch blinde Versuche gefund. Menge mg	N in der Schicht bei Beginn des Versuchs mg	N in der Schicht nach dem Versuch mg	N Gewinn mg	N Gewinn pro Versuch Mittel mg
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
15	0.142[1])	0.235	0.014[2])	Äussere Schicht, Teil I	521.80	50.0	2.6160	5.191	27.301	22.110	54.749
				" " " II	36.37	10.0	6.4196	0.362	23.348	22.986	
				Gesamte äussere Schicht	558.17	—	—	5.553	50.649	45.096	
				Obere Schicht, Teil I. .	280.40	50.0	1.5306	2.790	8.582	5.792	
				" " " II. .	7.89	7.8915	3.5619	0.079	3.551	3.472	
				Gesamte obere Schicht .	288.29	—	—	2.869	12.133	9.264	
				Innere Schicht	1145.00	50.0	0.2904	11.392	6.650	— 4.742	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1991.46	—	—	19.814	69.432	49.618	
16	0.142[1])	0.235	0.014[2])	Äussere Schicht, Teil I	479.20	50.0	2.5691	4.768	24.622	19.854	
				" " " II	44.63	15.0	10.2299	0.444	30.437	29.993	
				Gesamte äussere Schicht	523.83	—	—	5.212	55.059	49.847	
				Obere Schicht, Teil I. .	251.40	50.0	1.5839	2.501	7.964	5.463	
				" " " II. .	21.91	21.9065	9.4134	0.218	9.415	9.197	
				Gesamte obere Schicht .	273.31	—	—	2.719	17.379	14.660	
				Innere Schicht	1194.80	50.0	0.3038	11.888	7.260	— 4.628	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1991.94	—	—	19.819	79.698	59.879	

17	0.142 [1]	0.235	0.014 [3]	Äussere Schicht, Teil I	534.40	50.0	2.1402	4.007	22.874	18.867	
				„ „ „ II	42.45	15.0	10.8082	0.423	30.587	30.164	
				Gesamte äussere Schicht	576.85	—	—	4.430	53.461	49.031	
				Obere Schicht, Teil I. .	272.80	50.0	1.8654	2.715	10.178	7.463	
				„ „ „ II. .	5.97	5.9705	5.0248	0.059	5.024	4.965	
				Gesamte obere Schicht .	278.77	—	—	2.774	15.202	12.428	
				Innere Schicht	1112.70	50.0	0.4312	11.071	9.596	— 1.475	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1968.32	—	—	18.275	78.259	59.984	53.765
18	0.142 [1]	0.235	0.014 [3]	Äussere Schicht, Teil I	221.60	50.0	2.5423	2.205	11.267	9.062	
				„ „ „ II	44.27	15.0	9.9237	0.441	29.288	28.847	
				Gesamte äussere Schicht	265.87	—	—	2.646	40.555	37.909	
				Obere Schicht, Teil I. .	170.90	50.0	1.4566	1.701	4.979	3.278	
				„ „ „ II. .	5.72	5.6945	4.9227	0.057	4.945	4.888	
				Gesamte obere Schicht .	176.62	—	—	1.758	9.924	8.166	
				Innere Schicht	1545.70	50.0	0.5451	15.380	16.851	1.471	
				Gesamtinhalt des Gefässes	1988.19	—	—	19.784	67.330	47.546	

[1]) Gegeben als Kaliumbiphosphat. — [2]) Gegeben als Ammonsulfat. — [3]) Gegeben als Ammonnitrat.

In Spalte 9 ist angegeben, wieviel Stickstoff in jeder der einzelnen Schichten bei Beginn des Versuchs enthalten war. Da Bodenmaterial, Nährlösung und Bodenaufguss auf das sorgfältigste gemischt waren, ist diese Berechnung wohl zulässig. Weniger sicher ist die Berechnung des Stickstoffgewinnes in den einzelnen Schichten (Spalte 11) doch da die erhaltenen Zahlen, soweit sie miteinander vergleichbar sind, gut übereinstimmten, erscheint uns auch diese Berechnung zulässig, zumal eine Bewegung der Nährstoffe innerhalb des Sandes hier weniger in Betracht kommt, da unbepflanzte Gefässe nur verhältnismässig selten begossen zu werden brauchen.

Bei Beginn des Versuches enthielten Sand und Bodenaufguss zusammen in jedem Gefäss 5.900 mg N, bei Stickstoffzugabe 19.900 mg N. Es wird auffallen, dass die Angaben in Spalte 9 immer etwas von diesen Zahlen abweichen. Der Grund hierfür ist in dem geringen, bei der Ernte eingetretenen Verluste zu suchen. Für die Berechnung des Stickstoffgewinnes ist das bei der Ernte gefundene Gewicht der einzelnen Schichten zugrunde gelegt. Auf das Gesamtergebnis hat diese sehr geringe Abweichung überhaupt keinen Einfluss.

Versuch 1 und 2 ohne Phosphorsäuredüngung weisen je einen Stickstoffgewinn von nur etwa 9 mg, im Durchschnitt 9.585 mg N auf. Die vorher erwähnte, gegen Schluss der Vegetation in No. 1 entstandene, grössere Algenkolonie hatte einen Stickstoffgehalt von 8.9 mg. Offenbar war eine Verunreinigung des Gefässes, vielleicht durch Vogelschmutz oder dgl. eingetreten, denn die äussere Schicht, Teil II von No. 1, enthielt nach dem Versuche 0.325 mg N, während in dem entsprechenden Teile von No. 2 nur 0.016 mg N gefunden wurden. Diese 8.9 mg N der obigen Algenkolonie wurden daher nirgends mit in die Berechnung einbezogen. Bei Phosphorsäurezugabe stieg der Stickstoffgewinn ganz erheblich, jedoch stets in etwas anderer Weise, je nachdem die Phosphorsäure als Calciumbiphosphat oder als Kaliumbiphosphat gegeben war.

Bei einer Gabe von 35.5 mg P_2O_5 wurden erhalten, wenn die Phosphorsäure gegeben war

als Calziumphosphat = 57.152 mg N,
„ Kaliumphosphat = 62.921 „ „.

Bei einer Gabe von 142 mg P_2O_5 fand man, wenn die Phosphorsäure gegeben war

als Calziumphosphat = 66.912 mg N,
„ Kaliumphosphat = 78.114 „ „.

Da ohne Phosphorsäure das Algenwachstum fast gänzlich ausgeblieben war, bei Phosphorsäurezugabe aber lebhafte Algenentwickelung auftrat, dürfen wir schliessen, *dass Algen nur bei Vorhandensein von Phosphorsäure gedeihen können.*

Die Steigerung der Phosphorsäuregabe von 35.5 mg auf 142 mg hatte die Algenbildung äusserlich erkennbar kaum vermehrt, der Stickstoffgewinn war durch die stärkere Gabe zwar deutlich bemerkbar, aber verhältnismässig nur wenig gesteigert. Bei Verwendung von Kaliumbiphosphat wurde der Stickstoffgewinn fast ebenso gesteigert wie bei Calciumbiphosphat.

Bei einer Stickstoffzugabe von 14 mg wurden als Stickstoffgewinn erhalten, wenn die Phosphorsäure gegeben war

als Calciumbiphosphat:
45.435 mg N (N-Düngung in Form von Ammonsulfat) und
41.204 „ „ „ „ „ „ Ammonnitrat),

als Kaliumbiphosphat:
54.749 mg N (N-Düngung in Form von Ammonsulfat) und
53.765 „ „ „ „ „ „ Ammonnitrat).

Durch eine Stickstoffzugabe wurde der Stickstoffgewinn also erheblich erniedrigt, war aber grösser, wenn die Phosphorsäure als Kaliumbiphosphat gegeben war. Da auch hier lebhaftes Algenwachstum eingetreten war, wurde jedenfalls zuerst der gegebene Stickstoff aufgenommen, und zwar war hier die Form, in welcher der Stickstoff gegeben wurde, offenbar gleichgültig. Einer Nitrifikation des Ammoniakstickstoffs durch Bakterien des Bodenaufgusses, stand übrigens nichts im Wege, falls auch für Algen eine solche von Vorteil sein konnte. Aber selbst wenn man den erhaltenen Stickstoffgewinn dem gegebenen Stickstoff hinzurechnet, wird nicht der Stickstoffgewinn erreicht, welcher erhalten wurde ohne Stickstoffbeigabe. Es ist also möglich, dass, wie auch bei den erwähnten früheren Versuchen gefunden wurde, ein geringer Stickstoffverlust, etwa durch Denitrifikation, eingetreten ist. Ob etwa bei Stickstoffzugabe, wie von anderer Seite behauptet wird, eine geringere Stickstoffbindung stattfindet, lässt sich hier nicht feststellen. Soviel über den Gesamtstickstoffgewinn.

Wir haben den Stickstoffgewinn nun auch für die einzelnen Schichten des Sandes berechnet, um dadurch möglicherweise Anhaltspunkte zu gewinnen für die Beantwortung der Frage, ob die gefundene Stickstoffbindung durch Algen allein oder auch zugleich durch Bakterien erfolgt ist. Der Übersichtlichkeit wegen haben wir die in Frage kommenden Zahlen in Tabelle III zusammengestellt.

(Siehe die Tabelle auf S. 43.)

Die obere Schicht Spalte 5 und 6 weist stets nur geringen Stickstoffgewinn auf. Ohne Phosphorsäure finden wir nur 3.838 mg N, man könnte im Zweifel sein, ob dieser Gewinn nicht durch Verunreinigungen, wie Staub, veranlasst ist, da die Gefässe den ganzen Sommer hindurch unbedeckt standen. Ganz wird dieses jedoch wohl nicht zutreffen. Aber selbst wenn es so wäre, müsste bei Zugabe von Phosphorsäure stets eine geringe Stickstoffbindung erfolgt sein, denn wir finden bei allen anderen Versuchen höhere Zahlen. Im letzteren Falle wurde ausserdem stets Algenwachstum festgestellt. Der Stickstoffgewinn war aber wiederum am grössten, wenn die Phosphorsäure in Form von Kaliumbiphosphat gegeben wurde.

In der äusseren Schicht wurden ohne Phosphorsäuredüngung nur 5.261 mg N gefunden, es waren nur vereinzelte kleine Algenkolonien bemerkt worden. (Siehe Seite 40.) Bei Phosphorsäuregabe war überall reiches Wachstum von Algen aufgetreten und demgemäss finden wir auch durchweg einen erheblichen Stickstoffgewinn. Schon bei der geringen Gabe von 35.5 mg P_2O_5 beträgt der Stickstoffgewinn 43.969 mg und 49.730 mg N. Bei grösserer Phosphorsäuredüngung erhöht sich der Stickstoffgewinn kaum oder doch nur in sehr geringem Maſse. Bei Stickstoffzugabe fand sogar eine Erniedrigung des Stickstoffgewinnes statt.

In No. 5—10 wurde der von den Algen abgesiebte Teil der äusseren Schicht bei der Gewinnung des Sandes zur inneren Schicht geschüttet. Dieser Sand enthielt natürlich viele sehr kleine Algenteile und war demgemäss auch stickstoffreich, wie bei den übrigen Gefässen zu ersehen ist. Aus diesem Grunde ist in der inneren Schicht von No. 5—10 ein ziemlich erheblicher Stickstoffgewinn gefunden, welcher jedoch bis auf einige Milligramme eigentlich auch der äusseren Schicht angehört.

Tabelle III.

Nummer	Düngung:			N Gewinn:							
	P_2O_5	K_2O	N	Obere Schicht		Äussere Schicht		Innere Schicht		Gesamt-Inhalt	
				pro Topf	Mittel	pro Topf	Mittel	pro Topf	Mittel	pro Topf	Mittel
	g	g	g	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg	mg
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1	0	0.235	0	3.594	3.838	5.014	5.261	0.743	0.487	9.351	9.585
2	0	0.235	0	4.082		5.507		0.230		9.819	
3	0.0355[1]	0.235	0	8.831	8.278	43.051	43.969	4.159	4.905	56.041	57.152
4	0.0355[1]	0.235	0	7.725		44.887		5.650		58.262	
5	0.1420[1]	0.235	0	8.789	9.598	23.517[5]	27.025	34.043[5]	30.289	66.349	66.912
6	0.1420[1]	0.235	0	10.407		30.533[5]		26.534[5]		67.474	
7	0.1420[1]	0.235	0.014[2]	—	—	24.971[5]	22.191	21.932[5]	21.429	46.903	45.435
8	0.1420[1]	0.235	0.014[2]	3.631		19.410[5]		20.925		43.966	
9	0.1420[1]	0.235	0.014[3]	5.127	4.690	29.991[5]	23.967	12.921	12.548	48.039	41.204
10	0.1420[1]	0.235	0.014[3]	4.252		17.942[5]		12.174		34.368	
11	0.0355[4]	0.235	0	11.258	9.791	46.761	49.739	4.008	3.392	62.027	62.921
12	0.0355[4]	0.235	0	8.324		52.716		2.775		63.815	
13	0.1420[4]	0.235	0	13.413	12.815	53.265	55.433	1.573	3.867	68.251	72.114
14	0.1420[4]	0.235	0	12.217		57.600		6.160		75.977	
15	0.1420[4]	0.235	0.014[2]	9.264	11.962	45.096	47.472	— 4.742	4.685	49.618	54.749
16	0.1420[4]	0.235	0.014[2]	14.660		49.847		— 4.628		59.879	
17	0.1420[4]	0.235	0.014[3]	12.428	10.297	49.031	43.470	— 1.475	0.002	59.984	53.765
18	0.1420[4]	0.235	0.014[3]	8.166		37.909		1.471		47.546	

[1]) Gegeben in Form von Calciumbiphosphat. — [2]) Gegeben in Form von Ammonsulfat. — [3]) Gegeben in Form von Ammonnitrat. — [4]) Gegeben in Form von Kaliumbiphosphat. — [5]) Innere Schicht + äussere Schicht Teil I, siehe Text S. 42 und 44.

In der inneren algenlosen Schicht des Sandes fand sich ohne Phosphorsäuredüngung ein Stickstoffgewinn von nur 0.487 mg, er war also fast oder ganz = 0.

Bei einer Zugabe von Phosphorsäure betrug der Stickstoffgewinn höchstens bis zu 5 mg, die Stickstoffbindung war also im inneren algenlosen Teile des Sandes nur sehr gering gewesen.

Ergibt sich nun aus diesen Resultaten, dass der Stickstoffgewinn der äusseren algenhaltigen Schicht der Gefässe durch die Algen der Luft entnommen sei?

In der inneren Schicht der Gefässe war nur ein sehr geringer Stickstoffgewinn gefunden, welcher, wenn wir von rein chemischer Bindung absehen, auf schwache Bakterienwirkung zurückzuführen sein würde. (Vergl. Seite 40 über eine etwaige Beweglichkeit der Nährstoffe innerhalb des Bodens.

Wenn wir diese Verhältnisse auch auf die äussere, algenhaltige Schicht übertragen, so könnten wir schliessen, dass in diesem Falle der Stickstoffgewinn mindestens zum weitaus grössten Teile durch die Algen ohne Mitwirkung von Bakterien erhalten wurde, denn die Bakterienart, welche im Innern der Gefässe nur so geringen Stickstoffgewinn hervorrufen konnte, müsste in der kleineren, äusseren Schicht noch weniger zur Geltung kommen.

Aber diese Übertragung auf die äussere Schicht ist nicht ohne weiteres zulässig, denn es ist möglich, dass die obige Bakterienart nicht imstande ist, sich allein zu entwickeln, sondern nur in Symbiose mit den sich ausschliesslich am Lichte entwickelnden Algen, und dass diese Bakterien in der äusseren Schicht somit lebhaften Anteil an der Stickstoffbindung nehmen, weil ihnen durch die Algen reiche Kohlenstoffnahrung zur Verfügung gestellt wurde. Nichts spricht aber gegen die Annahme, dass für diesen letzten Punkt eine noch ganz andere Bakterienart in Frage kommt, welche dann auch durch den Bodenaufguss mit in die Versuche eingeführt sein würde.

Ob Algen oder Bakterien oder beide im Verein den Stickstoffgewinn veranlasst haben, lässt sich also aus diesen Versuchen nicht entscheiden.

Für die weitere Behandlung der Frage erhalten wir aber durch die Ergebnisse wertvolle Fingerzeige.

Die Versuche lehren uns also hauptsächlich folgendes: In ganz oder nahezu phosphorsäurelosem Boden findet eine Bindung freien Stickstoffs kaum statt, die stickstoffbindenden, niederen Organismen bedürfen zur Entwicklung ihrer Tätigkeit unbedingt der Phosphorsäure.

Wieviel Phosphorsäure zur Bindung einer bestimmten Menge freien Stickstoffs erforderlich ist, lässt sich aus den Versuchen mit Sicherheit nicht feststellen, da die Stickstoffbindung offenbar von der An- oder Abwesenheit verschiedener niederer Organismen abhängig ist; bei starker Phosphorsäuregabe war die Gesamt-Stickstoffbindung etwas grösser als bei schwacher.

Die Resultate der Versuche machen es ferner in hohem Grade wahrscheinlich, dass bei Anwesenheit von Phosphorsäure im Innern des Bodens durch Bakterien allein eine schwache Stickstoffbindung stattfand, in diesem Falle müsste Kohlensäure die Quelle der Kohlenstoffnahrung sein. Eine starke Stickstoffbindung erfolgte unter den gewählten Versuchsbedingungen nur dort, wo sich Algen entwickelten, entweder durch diese allein oder durch Algen und Bakterien zusammen, wobei beide in ihrer Tätigkeit aufeinander angewiesen sind.

Bei einer Zugabe von Bikaliumphosphat war der erhaltene Stickstoffgewinn stets etwas höher als bei Düngung mit Bicalciumphosphat. Ob die Form der Phosphorsäure an sich oder die durch die verschiedene Nährstoffgabe bedingte veränderte Reaktion der Nährlösung diese Unterschiede hervorrief, lässt sich auch aus den Versuchen nicht entscheiden. Es ist aber bei den fortgesetzt im Boden stattfindenden Nährstoffumsetzungen anzunehmen, dass die Form der Phosphorsäure an und für sich, wie bei den höheren Pflanzen, keine Unterschiede bedingt, sofern sie nur löslich ist und und die Reaktion der Nährlösung nicht in einer für die betreffenden Lebewesen ungünstigen Weise beeinflusst.

Selbstverständlich würden sich die geschilderten Lebensvorgänge niederer Organismen in der freien Natur, also im Ackerboden in derselben Art und Weise wie hier abspielen, sobald dieselben Ernährungsbedingungen vorliegen. Aber wenn auch die dort vorhandenen Nährstoffe genau dieselben wären, wie bei den besprochenen Versuchen, die sonstigen Lebensbedingungen sind in der freien Natur so anderer Art, dass die

quantitative Wirkung im Acker, stets wechselnd, eine andere sein muss und sein wird.

Wir unterlassen es daher die Resultate dieser Arbeit auf den Acker zu übertragen. Auf die Praxis anwendbare Resultate, soweit sie die quantitative Wirkung einer bestimmten Düngung darstellen, können nur auf dem Acker durch Feldversuche gewonnen werden, und auch hier hat ja jeder Versuch nur eine verhältnismässig eng begrenzte örtliche Bedeutung.

Um aber besonders dem praktischen Landwirte Zahlen vorzulegen, mit welchen er zu rechnen gewohnt ist, wollen wir dennoch einige der gefundenen Zahlen auf eine grössere Fläche, z. B. auf $^1/_4$ ha, umrechnen, also etwa in der Annahme eine so grosse Fläche unbebauten Sandes, ein Kulturgefäss von dieser Grösse, vor uns zu haben. In der 600 qcm grossen, 0.5 cm dicken äusseren Schicht wurden etwa 50 mg Stickstoff gebunden, also auf einer Fläche von $^1/_4$ ha etwa 2 kg Stickstoff entsprechend einer Menge von ungefähr 0.25 Ztr. Chilesalpeter.

In der 100 qcm grossen etwa 2.5 cm dicken oberen Schicht wurden ungefähr 10 mg Stickstoff gebunden. Auf eine Fläche von $^1/_4$ ha berechnet würde also der Stickstoffgewinn 2.5 kg entsprechend einer Menge von etwa 0.3 Ztr. Chilesalpeter betragen. Zu diesem Gewinn kommt nun noch die im Innern des Sandes gefundene, auch nicht unerhebliche Stickstoffmenge. Die Bodenhöhe betrug in unsern Gefässen 20 cm. Wollten wir nun eine der angewandten stärksten Phosphorsäuregabe entsprechende Menge Phosphorsäure in einem $^1/_4$ ha grossen, 20 cm tiefen Bodenvolumen verteilen, so müsste diese etwa 30 kg Phosphorsäure betragen, entsprechend 3 Ztr. 20 $^0/_0$igem Thomasmehl oder $3^1/_3$ Ztr. 18 $^0/_0$igem Superphosphat.

Wir erwähnen nochmals, dass es durchaus falsch sein würde, daraus zu schliessen, mit derartigen Phosphorsäuregaben könne man auf dem Acker stets Stickstoffgewinne, ähnlich dem oben berechneten, erzielen. Wir haben die Zahlen nur angegeben um zu zeigen, dass bei unseren Versuchen der Phosphorsäuregehalt des Bodens sich in den Grenzen bewegte, welche unter Umständen auch auf dem Acker anzutreffen sein dürften.

Aus zahlreichen anderen Versuchen wissen wir nun, dass der auf vorerwähnte Weise in unsern Kulturgefässen festgelegte Stickstoff in derjenigen Vegetationsperiode, in welcher er gebunden

wird, von höheren Pflanzen nicht ausgenutzt werden kann, da er in Form von nicht leicht zersetzbarer, organischer Substanz vorhanden ist. So gewinnt der auf diese Weise gebundene Stickstoff noch eine besonders grosse Bedeutung dadurch, dass er einen Teil des festen, langsam aber sicher wirkenden Stickstoffkapitals des Bodens, einen Teil der sogenannten alten Kraft, ausmacht. Dieser Teil der alten Kraft wird aber, genügender Nährstoffvorrat vorausgesetzt, im Boden unablässig, jahraus, jahrein verjüngt und bildet so für die Pflanzen eine unversiegliche Nährstoffquelle, doppelt wertvoll, weil bei der früher oder später erfolgenden Zersetzung der gebildeten organischen Substanz und zwar ohne unser Zutun den Pflanzen nicht nur Stickstoff zugeführt wird, sondern weil dabei auch die aufgenommenen anorganischen Stoffe in assimilierbare Form gebracht werden.

Die Algen, welche sich in ähnlicher Weise wie hier, auch auf dem Acker entwickeln werden, sind also, zumal sie bei ihrer Zersetzung auch zugleich die Humusbildung befördern, nach verschiedenen Richtungen hin für das Pflanzenwachstum von der allergrössten Bedeutung.

Wir haben versucht, die Menge der bei unseren Versuchen gebildeten organischen Substanz annähernd festzustellen, und dabei folgenden einfachen Weg eingeschlagen. Die von der eigentlichen Sandschicht abgesiebten, sandhaltigen Algen wurden bei 100° C. getrocknet, gewogen, verglüht und wieder gewogen. Die Menge, welche dem Gewichtsunterschiede zwischen den Wägungen nach dem Trocknen und nach dem Verglühen entsprach, wurde als organische Substanz angesehen. Wir sind uns wohl bewusst, dass dieser Weg nicht völlig einwandsfrei ist, da bei dem Verglühen auch geringe Mengen flüchtiger anorganischer Stoffe verloren gehen können, aber diese Mengen müssen naturgemäss so gering sein, dass wir sie für unsere Zwecke vernachlässigen können. Die Berechnung wurde nur für die äussere algenhaltige Schicht angestellt, die erhaltenen Zahlen sind in der Tabelle IV verzeichnet.

(Siehe die Tabelle auf S. 48.)

Da bei den Versuchen ohne Phosphorsäure, No. 1 und 2 nur 2 bis 3 g Substanz zur Verfügung standen, welche für die Stickstoffbestimmung erforderlich waren, wurde hier die organische

Tabelle IV.

Nummer	Düngung pro Gefäss: P_2O_5 g	K_2O g	N g	Gewicht des mit Algen durchsetzten abgesiebten Teiles der äuss. Schicht g	Organ. Subst. gefunden in der abgesiebten Schicht nach Abzug der durch blinde Versuche gefund. Menge mg	Organische Substanz in 1 kg der angewandten Substanz mg	Mittel mg	N in 1 kg der angew. Substanz nach Abzug der durch blinde Versuche gef. Menge mg	Mittel mg	N in der organ. Substanz %	Mittel %
1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.
1	—	0.235	—	2.94	—	—	—	—	—	—	—
2	—	0.235	—	2.06	—	—		—		—	
3	0.0355 [1]	0.235	—	47.55	317.6	6 679.2	6 245.6	380.35	361.73	5.65	5.79
4	0.0355 [1]	0.235	—	59.37	345.1	5 811.9		343.10		5.86	
5	0.1420 [1]	0.235	—	44.81	415.5	9 271.4	9 541.2	527.77	575.40	5.66	6.03
6	0.1420 [1]	0.235	—	49.24	483.1	9 811.0		623.02		6.32	
7	0.1420 [1]	0.235	0.014 [2]	50.90	528.9	10 391.0	11 673.8	500.55	578.76	4.79	4.96
8	0.1420 [1]	0.235	0.014 [2]	30.00	388.7	12 956.6		656.97		5.05	
9	0.1420 [1]	0.235	0.014 [3]	42.34	531.4	12 551.0	12 512.5	718.28	654.43	5.70	5.23
10	0.1420 [1]	0.235	0.014 [3]	30.90	385.4	12 474.0		590.58		4.71	
11	0.0355 [4]	0.235	—	26.32	393.2	14 941.0	12 826.0	873.30	725.48	5.83	5.66
12	0.0355 [4]	0.235	—	50.28	538.5	10 711.0		577.66		5.37	
13	0.1420 [4]	0.235	—	34.23	453.9	13 261.0	12 261.0	757.63	731.01	5.69	5.96
14	0.1420 [4]	0.235	—	48.65	547.8	11 261.0		704.38		6.23	
15	0.1420 [4]	0.235	0.014 [2]	36.37	433.6	11 921.0	11 956.0	641.96	661.98	5.36	5.54
16	0.1420 [4]	0.235	0.014 [2]	44.63	535.2	11 991.0		681.99		5.66	
17	0.1420 [4]	0.235	0.014 [3]	42.45	525.1	12 371.0	12 331.0	720.55	691.07	5.80	5.60
18	0.1420 [4]	0.235	0.014 [3]	44.27	544.1	12 291.0		661.58		5.36	

[1]) Gegeben in Form von Calciumbiphosphat. — [2]) Gegeben in Form von Ammonsulfat. — [3]) Gegeben in Form von Ammonnitrat. — [4]) Gegeben in Form von Kaliumbiphosphat.

Substanz nicht bestimmt. Es lässt sich aber aus den Zahlen leicht und mit Sicherheit ableiten, dass ohne Phosphorsäure eine Bildung organischer Substanz kaum stattgefunden hat.

Bei Phosphorsäuredüngung erfolgte jedoch eine erhebliche Bildung organischer Substanz. Auf 1 Teil gebundenen Stickstoffs wurden bei schwacher und reicher Phosphorsäuregabe stets etwa 20 Teile organischer Substanz gebildet. Da jedoch bei schwacher Dügung mit Bicalciumphosphat — 0.0355 g P_2O_5 — eine deutlich geringere Bindung von Stickstoff stattgefunden hatte, als bei starker Düngung, wurde hier auch weniger organische Substanz gebildet. Das Verhältnis von gebundenem Stickstoff zu organischer Substanz ist, wie schon erwähnt, stets nahezu das gleiche, so dass die gefundene organische Substanz durchweg einen Stickstoffgehalt von 5 bis 6 % aufweist. Tabelle IV, Spalte 12.

Ob eine Zugabe von Stickstoff die Bildung organischer Substanz vermindert oder vermehrt, lässt sich aus den Angaben mit Sicherheit nicht ersehen; es scheint teilweise eher eine Vermehrung eingetreten zu sein. Rechnen wir nun die in den abgesiebten Algen der äusseren Schicht gefundene organische Substanz auf eine grössere Fläche um, ähnlich, wie wir es bei dem Stickstoff taten, so können wir leicht ermessen, welche Bedeutung dieser Vorgang für die praktische Landwirtschaft haben muss, wenn er sich auch nur annähernd ebenso im Acker abspielen sollte.

Wir fassen die Resultate der Arbeit noch einmal kurz in folgende Sätze zusammen:

Bei Gegenwart genügender Mengen von Kali, Kalk und Magnesia wurde in reinem Sande durch niedere Organismen, welche durch Bodenaufguss hinzugefügt waren, kein freier Stickstoff gebunden, wenn die Phosphorsäure fehlte. Bei Zugabe von Phosphorsäure fand eine erhebliche Stickstoffbindung statt.

Die Bildung organischer Substanz in Form verschiedenartiger Algen verlief genau so, wie die Stickstoffbindung, so dass also ohne Phosphorsäure keine organische Substanz, bei Phosphorsäurezugabe jedoch erhebliche Mengen davon gebildet wurden.

Auf 1 Teil gebundenen Stickstoffs wurden durchschnittlich 20 Teile organische Substanz hervorgebracht.

Die Beantwortung der Frage, wieweit diese Angaben für den Acker zutreffen, besonders wie die Stickstoffbindung verläuft auf bebauten und unbebauten Feldern, muss weiterer Forschung vorbehalten bleiben.

Mitteilung aus der agrikultur-chemischen Versuchsstation in Breslau.

Eine Schätzungs-Methode der Verunreinigungen in Leinsamenpresskuchen durch fremde Samen oder Früchte.

Von

E. SCHAFFNIT.

Mit der Frage der quantitativen Analyse der Futterstoffe bezw. Pflanzenpulver haben sich die Botaniker der technischen Mikroskopie wiederholt beschäftigt; es ist jedoch bisher nur gelungen, einzelne praktisch durchführbare Methoden, für Spezialfälle, auszuarbeiten. Die meisten bisher in der Literatur angegebenen Methoden bespricht MAURIZIO in den Landw. Versuchs-Stationen[1]) eingehend, so dass es überflüssig erscheint, sie alle wiederholt hier anzuführen. Zu erwähnen ist noch eine neuere Arbeit von HUSS,[2]) die aber praktisch kaum von Bedeutung sein dürfte.

Die für die Untersuchung der Leinsamenpresskuchen angegebenen Methoden haben nun, wie auch MAURIZIO feststellt, den Nachteil, dass sie entweder keine oder nur annähernd genaue Resultate liefern oder zu zeitraubend sind. Es erschien daher zweckmässig, Versuche zur Ausarbeitung einer Methode zu machen, die diesen Nachteilen begegnet. Den angestellten Versuchen lagen folgende Gesichtspunkte zugrunde:

---

[1]) Bd. LX, 1904, S. 359. Botanisch landwirtschaftliche Mitteilungen: „Zur quantitativen Analyse der Futtermittel."

[2]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. LX, 1904, S. 1. Über die quantitative Bestimmung von vegetabilischen Pulvern mit dem Mikroskope. II. Teil: Die Bestimmungen von Leinsaatmehl im Gemisch mit Baumwollsaatmehl.

1. Gelingt es, eine abgewogene und aufgeschlämmte Menge des zu untersuchenden Leinsamenpresskuchens gleichmässig auf einer Fläche von bestimmter Grösse, die in gleich grosse Teilflächen zerlegt ist, zu verteilen, so lassen sich durch Auszählen Durchschnittszahlen für den Grad der Verunreinigung aufstellen.
2. Die (aus künstlichen Mischungen von entsprechenden Gewichtsmengen reinen Leinsamenpresskuchens und fremden Samen ermittelten) Durchschnittszahlen ergeben auf vergleichendem Wege den Prozentgehalt an Verunreinigungen des zu untersuchenden Leinsamenpresskuchens.

Nach der Überwindung kleiner technischer Schwierigkeiten gelang es, soweit es in der Grenze der Möglichkeit liegt, die Voraussetzungen für die Anwendung der Zählmethode zu erfüllen, deren Besprechung noch einige Bemerkungen vorausgeschickt seien. Das Untersuchungsmaterial bestand aus den entsprechenden Gewichtsmengen reinen Leinsamenpresskuchens und fremder Samen bezw. Früchte. Von diesen wurden die am häufigsten vorkommenden: Ackerspergel, Hanf, Leindotter und Windenknöterich in zerkleinertem oder bei kleinen Samen, wie Ackerspergel, teilweise zerkleinertem Zustande, wie sie in den Leinsamenpresskuchen vorliegen, verwendet. Den ölhaltigen Samen, Hanf und Leindotter, wurden vorher ca. 20 % Fett mit Äther entzogen. Die Gemische wurden dann in der unten angegebenen Weise weiter behandelt.

Die Zählkammer besteht aus einer Glasplatte, die durch eingebrannte schwarze Linien in 10×10 qcm eingeteilt ist. Dieser Raum wird von einer 0.5 mm dicken, planen Glasplatte zum Schutz der Linien bedeckt und von 0.5 cm hohen, aufgekitteten Glaswänden begrenzt.

Zur Feststellung der Durchschnittszahlen wurden die mittleren (64) Quadrate ausgezählt.

Ob sich die Schätzungsmethode für Leinsamenpresskuchenuntersuchungen auch für andere Futterstoffe verwenden lässt, bleibt weiteren Versuchen vorbehalten. Selbstverständlich macht sie keinen Anspruch auf absolute Genauigkeit, sondern gibt approximativ den Grad der Verunreinigung an.

Der Gang der Untersuchung ist folgender: Von 3 g Substanz der gut gemischten Durchschnittsprobe wird zunächst das

feine Pulver, das beim Abschlämmen ohnehin verloren gehen würde, abgesiebt (Sieb von 0.75 mm Maschenweite). Der Rückstand wird in ein Becherglas mit wenig kaltem Wasser gebracht, gleichmässig verteilt und dann mit ca. 100 cbm kaltem Wasser übergossen. Nach etwa 3—4 Stunden giesst man die Masse nach vorherigem Umrühren auf ein Sieb (Durchmesser ca. 15 cm, Maschenweite 0.75 mm), spült einen etwaigen Rückstand mit Wasser nach und entfernt die aufgeweichten, verquollenen Inhaltsstoffe der Samen durch Abschlämmen (Zeitdauer 1 Minute) unter Anwendung eines nicht zu starken gleichmässigen Wasserstrahles. Durch Klopfen des Siebes wird das überschüssige Wasser so weit entfernt, dass der auf dem Siebboden befindliche Leinsamenschleim kaum mehr Wasser abgibt; der Rückstand lässt sich leicht und ziemlich vollständig mit Hilfe eines Spatels aus dem Sieb in ein tariertes Bechergläschen übertragen. Das Gewicht des Leinsamenschleims variiert, je nach dem Grad der Verunreinigung, von 5—8 g und wird durch Zusatz von Gummilösung (ein Teil Gummiarabicum und zwei Teile Wasser) auf 12 g ergänzt. Die gleichmässig durchgemischte Masse gibt man in die oben beschriebene, auf weisser Unterlage und in vollkommen horizontaler Lage befindliche Zählkammer, worin sich der Schleim ausbreitet. Nötigenfalls verteilt man ihn gleichmässig mit dem Spatel und bringt die Zählkammer unter die Präparierlupe. Zur Feststellung der Durchschnittszahlen genügt die Durchmusterung von 15—20 Quadraten, in denen man die fremden Samenschalenteile auszählt. Die Division der aus den Zahlen erhaltenen Additionssumme durch 15 bezw. 20 ergibt die Durchschnittszahl und die nachfolgende Tabelle für jede Durchschnittszahl den Prozentgehalt. Liegt in dem Untersuchungsobjekt ein Samengemisch vor, so ergibt sich natürlich der Prozentgehalt erst durch Kombination der für die verschiedenen Samen verschiedenen Durchschnittszahlen.

(Siehe die Tabelle auf S. 54.)

Schliesslich sind noch einige, teilweise zur Vermeidung von Fehlerquellen, teilweise zur Ergänzung der Methode in Betracht kommende Erläuterungen anzufügen. Der zu untersuchende Leinsamenpresskuchen wird in erbsengrosse Stücke zerstossen und dann mit der Kaffeemühle weiter zerkleinert. Der Feinheitsgrad des Pulvers wird bestimmt durch Absieben und Wägen des

Prozente	Ackerspergel: Durchschnittszahl	Ackerspergel: Grenzzahlen	Hanf: Durchschnittszahl	Hanf: Grenzzahlen	Leindotter: Durchschnittszahl	Leindotter: Grenzzahlen	Windenknöterich: Durchschnittszahl	Windenknöterich: Grenzzahlen
$2^1/_2$	2.4	2.0—2.9	1.5	1.3—1.7	2.1	1.7—2.5	1.5	1.3—1.7
5	4.8	4.3—5.4	3.0	2.6—3.3	4.2	3.7—4.7	3.0	2.6—3.3
$7^1/_2$	7.2	6.6—7.9	4.5	4.1—4.9	6.3	5.7—6.9	4.5	4.1—4.9
10	9.6	8.9—10.4	6.0	5.6—6.5	8.4	7.7—9.1	6.0	5.6—6.5
$12^1/_2$	12.0	11.2—12.9	7.5	7.0—8.0	10.5	9.7—11.3	7.5	7.0—8.0
15	14.4	13.5—15.4	9.0	8.5—9.6	12.6	11.7—13.5	9.0	8.5—9.6
20	19.2	18.1—20.4	12.0	11.4—12.7	16.8	15.7—17.9	12.0	11.4—12.7

Siebrückstandes, dessen Gewicht bei Anwendung von 3.0 g reinem Leinkuchen ca. 1.9 g beträgt (Maschenweite des Siebes 0.75 mm). Beim Aufweichen des Pulvers mit Wasser gibt man, um das Zusammenballen und Festsetzen am Boden des Becherglases zu vermeiden, die Substanz in das wenig kaltes Wasser enthaltende Glas, rührt die Masse gleichmässig durch und füllt dann den Rest des Wassers nach. Durch Anwendung von kaltem Wasser zum Aufweichen und nur mehrstündiges Stehenlassen [3—4 Stunden] wird erreicht, dass der Schleim langsam quillt und sich nur wenig in Wasser löst, so dass noch entsprechende Schleimmengen beim Einbetten und Verteilen in der Zählkammer die Schalenfragmente einhüllen. Lässt sich das Sameninnere durch Wasser allein nicht vollständig aufweichen und abschlämmen, so empfieht sich ein Zusatz von etwas Kalilauge, doch färbt diese die Schalenbruchstücke dunkel. Der Wasserstrahl muss beim Abschlämmen vollkommen gleichmässig und darf nicht zu stark sein, da sonst auch kleinere verschleimte Leinsamenschalenteile mit durch die Sieblöcher gerissen werden können. Die Stärke des Wasserstrahls probiert man am besten zuerst aus; sie ist dann die richtige, wenn das Gewicht des durch das Abschlämmen von dem Sameninnern befreiten reinen Leinsamenschleims ca. 7.0—8.0 g beträgt. Bei einiger Übung wird man das Gewicht konstant erhalten. Um die abgeschlämmten Samenschalenteile möglichst vollständig aus dem Siebboden in das Bechergläschen zu übertragen, spült man sie zweckmässig nach dem Abschlämmen an eine Stelle zusammen. Kleine Rückstände, die sich mit dem Spatel nicht entfernen lassen, werden vernachlässigt. Der bestimmte Zusatz von Gummi-

lösung erfolgt, damit die erforderliche Menge Flüssigkeit zur Verteilung der Schalenteile in der Zählkammer vorhanden ist. Je weniger Gummilösung an Stelle der natürlichen Schleimhüllen erforderlich ist, um so besser wird man erreichen, dass die Schalenbruchstücke in der Zählkammer auf eine Ebene zu liegen kommen und vollkommen gleichmässig ausgebreitet sind. Liegen wenig verunreinigte Untersuchungsobjekte vor, so genügt auch schon die von den Leinsamen abgesonderte Schleimmenge zur Einbettung und Verteilung der fremden Samenschalenteile, so dass die Ergänzung des Gewichts durch Zusatz von Wasser erfolgen kann; setzt man jedoch zu dem stark mit fremden Schalenteilen durchsetzten Leinsamenschleim Wasser, so wird dieser so dünn, dass schwere Schalenteile, wie solche von Hanf oder Windenknöterich, nicht im Schleim eingebettet bleiben, sondern zu Boden sinken und sich nicht mehr gleichmässig auf der Fläche verteilen lassen. Insbesondere ist der Zusatz von Gummilösung nötig, wenn extrahiertes Leinsamenschrot zur Untersuchung vorliegt, denn in den Epidermiszellen der Leinsamen, die als extrahiertes Leinsamenschrot in den Handel kommen, ist der Schleim durch die Extraktionsmittel grösstenteils fixiert und nicht mehr quellungsfähig, so dass das Einbettungsmittel für die Schalenteile fehlt.

Beim Auszählen ist folgendes zu beachten. Am leichtesten ist die Erkennung von Unkrautsamenschalen, wenn alle Schalenteile flach auf einer Ebene liegen. Ist dies nicht der Fall, so kann man die Zählkammer in möglichst horizontaler Lage offen bis zum folgenden Tage stehen lassen; die zu der gleichmässigen Verteilung erforderliche Menge Flüssigkeit ist dann zum Teil verdunstet und die Samenschalen liegen wagrecht nebeneinander. Bei einiger Übung und namentlich bei abwechselnder Betrachtung in durchfallendem Licht und dann bei Ausschaltung des Beleuchtungsspiegels kann man in zweifelhaften Fällen mit Sicherheit Lein von Leindotter unterscheiden. Bruchstücke von Hanf zeigen vielfach die gleiche Farbe wie solche von Lein, da die Epidermis der Fruchtschale durch das Abschlämmen weggerieben ist. Sie zeigen jedoch scharfe Umrisse im Gegensatz zu den mit Schleimhüllen umgebenen Leinteilen und lassen oft eine netzaderige Zeichnung — durch Druck entstandene Furchen an den Stellen des Gefässbündelverlaufes in dem hyalinen subepidermalen Schwammgewebe — erkennen. Bei Zuhilfenahme der

Präpariernadel machen sich die Hanfschalenstücke auch durch ihre harte Konsistenz bemerkbar. Frucht- bezw. Samenschalen von Windenknöterich und Ackerspergel heben sich, da sie schwarz gefärbt sind, am besten auf einer weissen Unterlage ab; Teile von fremden Samen, die auf einer Grenzlinie liegen, werden in das Quadrat gezählt, dessen grösste Fläche sie bedecken. Ein Quadrat enthält unter den gegebenen Verhältnissen zirka 90 Schalenbruchstücke, auf diese Zahl sind die Durchschnittszahlen der Tabelle eingestellt. Liegen in einzelnen Fällen auch Presskuchen oder Presskuchenmehle zur Untersuchung vor, deren Samen schon vor der Pressung stärker zerkleinert sind, als dieses durch die Mühle vor der Untersuchung erfolgt, so dass der beim Abschlämmen auf dem Sandboden verbleibende Rückstand und somit die Zahl der Schalenfragmente in dem Quadrat der Zählkammer kleiner ist, so muss diesem Verhältnis selbstverständlich Rechnung getragen werden. Sind also etwa in einem Quadrat nur 70 Bruchstücke anstatt 90 vorhanden, so ist die gewonnene Durchschnittszahl durch entsprechende Umrechnung zu erhöhen. Die Quadrate am Rande der Zählkammer werden bei der Auszählung nicht in Betracht gezogen, da vermöge der Adhäsion meist etwas mehr Flüssigkeit und damit mehr Schalenteile in ihnen vorhanden sind.

Die Tabelle gibt ausser den pro Quadrat feststehenden Durchschnittszahlen noch die Grenzzahlen an, innerhalb derer eine Schwankung zulässig ist.

Sie lässt sich durch Feststellung der Durchschnittszahlen für andere fremde Samen, wie ampferblätterigen Knöterich, Labkraut, Pfennigkraut, Raps, Sareptasenf, schlitzblätterigen Senf usw. in gleichem Sinne nach den oben angegebenen Gesichtspunkten je nach Bedarf erweitern.

Mitteilungen aus dem agrik.-chem. Laboratorium des Polytechnikums in Zürich.

LXII. Über die Bestandteile der Samen von Pinus Cembra.

Von

E. SCHULZE.

Die Samen der Arve oder Zirbelkiefer (Pinus Cembra *L.*) waren schon der Gegenstand einer von mir unter Mitwirkung von N. RONGGER ausgeführten Untersuchung, deren Ergebnisse im Jahre 1898 in dieser Zeitschrift[1]) zur Publikation gelangten. Die daselbst gemachten Mitteilungen gaben aber auch im Verein mit den Ergänzungen, die in der später von mir publizierten Abhandlung „Über die Zusammensetzung einiger Koniferensamen" zu finden sind,[2]) kein vollständiges Bild von dem Stoffgehalt der Arvensamen. Das gleiche gilt auch für die anderen von uns untersuchten Koniferensamen. Dies veranlasste mich, die Untersuchung wieder aufzunehmen. Mich leitete dabei der Wunsch, einen Koniferensamen so eingehend zu untersuchen, als dies mit den zurzeit zur Verfügung stehenden Mitteln möglich ist. Ich ging dabei von der Meinung aus, dass die Ergebnisse einer in solcher Weise durchgeführten Untersuchung sowohl für die Pflanzenphysiologie, als auch für die Ernährungslehre von Interesse sein könnten. Denn wenn es sich auch in diesem Falle um einen Samen handelt, der weder zur menschlichen Ernährung noch zur Fütterung der landwirtschaftlichen Nutztiere dient, so kann man doch bei der Gleichartigkeit, die in

---

[1]) Bd. 51, S. 189—204.

[2]) Diese Zeitschrift Bd. 55, S. 267—307.

manchen Beziehungen in der Zusammensetzung der Samen sich zeigt, aus den hier gewonnenen Resultaten Rückschlüsse auf andere Objekte machen. Es liegt ferner auf der Hand, dass man das in einem Falle als brauchbar erkannte Untersuchungsverfahren mutatis mutandis auch auf andere Samenarten anwenden kann. Auch in dieser Hinsicht schien es von Interesse zu sein, zu prüfen, wie weit man in der Erforschung der organischen Bestandteile der Samen mit den zur Verfügung stehenden Hilfsmitteln kommen kann.

Die Arbeit, deren Ergebnisse ich im folgenden mitteile, wurde unter Mitwirkung von Dr. O. Hiestand und Dr W. Bissegger[1]) von mir ausgeführt.[2]) Die als Material verwendeten Arvensamen wurden uns in guter Qualität von einer hiesigen und von zwei auswärtigen Samenhandlungen geliefert.[3]) Bei Mitteilung der Resultate, zu denen unsere Versuche führten, müssen selbstverständlich die früher von N. Rongger und mir gemachten Befunde erwähnt werden.

Die wegen ihrer beträchtlichen Grösse auch wohl als „Nüsse“ bezeichneten Samen der Arve sind bekanntlich von harten, braunen Schalen umschlossen. Das Trockengewicht der Schalen beträgt 62—63 % vom Gewicht des ganzen Samens. Zerbricht man die Schale und nimmt den Kern heraus, so sieht man, dass letzterer von einem dünnen, braunen Häutchen, das sich leicht abziehen lässt, umgeben ist. Das Gewicht dieser Samenhaut, die aus dem Rest des Knospenkerns besteht, ist sehr gering; es beträgt nur ca. 1 % vom Gewicht des ganzen Samens. Nach Entfernung der Samenhaut erscheint der Kern schwach gelblich; er ist infolge seines Gehaltes an fettem Öl ziemlich weich und lässt sich leicht zerdrücken.

Ich teile nun zunächst die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchung mit. Die Angaben, die darüber schon von N. Rongger und mir gemacht worden sind, wurden erweitert und

---

[1]) Ich verdanke diesen beiden Mitarbeitern insbesondere die sorgfältige Ausführung der erforderlichen analytischen Bestimmungen.

[2]) Die Untersuchung der Samenschalen ist z. T. von N. Castoro ausgeführt worden, die dabei erhaltenen Ergebnisse sind von dem Genannten in einer im 49. Bande der Zeitschrift für physiologische Chemie publizierten Abhandlung schon mitgeteilt.

[3]) Für die vorliegende Untersuchung sind 4 verschiedene Muster von Arvensamen verwendet worden, die ohne Zweifel nicht sämtlich dem gleichen Jahrgange entstammten.

ergänzt durch eine Untersuchung, die Herr Prof. Dr. H. C. SCHELLENBERG auf meine Bitte auszuführen die Gefälligkeit hatte; er teilte mir über die Ergebnisse folgendes mit:

„Die Schale des Samens von Pinus Cembra *L.* besteht nur aus Steinzellen, die sehr stark verdickt und mit zahlreichen Poren versehen sind. Ihre Membranen zeigen in ausgezeichneter Weise die Verholzungsreaktionen; immerhin ist die Phloroglucin-Salzsäure-Reaktion viel weniger intensiv als im Holz der gleichen Pflanze. Beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure quellen die verdickten Membranen leicht auf, die Schichtung wird deutlich und aus einzelnen Schichten der Membranen wird die Substanz bis zur Hälfte gelöst. Nach dem Auskochen mit Säure lassen sich die einzelnen Zellen durch Zerzupfen leicht trennen. Dieses Verhalten zeigt, dass auch die Mittellamelle aus leichter löslichen Cellulosen besteht. Die an die Samenschale anschliessende braune Samenhaut ist der Rest des zusammengedrückten und entleerten Nucleargewebes. Sie besteht aus einer grösseren Anzahl von dünnen Membranen, die zusammengedrückt sind und zwischen sich einzelne Reste von abgestorbenem Plasma einschliessen. Diese Membranen quellen zum Teil leicht auf in Wasser; sie sind unverholzt, beim Kochen in 5 %iger Schwefelsäure werden sie bis auf wenige Reste aufgelöst.

Das Endosperm oder Nährgewebe des Keimlings besteht aus zartwandigen Zellen. Die Zellmembranen sind leicht quellbar; sie lösen sich beim Kochen in 5 %iger Schwefelsäure bis auf wenige Reste und bestehen somit grösstenteils aus Hemicellulosen. Im Zellinhalt ist Öl in zahlreichen Tröpfchen und in grosser Quantität vertreten. Daneben sind aber kleinere, kreisrunde Stärkekörnchen stets vorhanden. Die Eiweisskörper finden sich vorzugsweise in Form von Eiweisskristallen gespeichert. Daneben sind noch Globoide und einzelne amorphe Aleuronkörner vertreten. Die Eiweisskristalle quellen bei Wasserzusatz sehr leicht auf. Die Globoide finden sich regelmässig neben den Eiweisskristallen in derselben Vacuole eingeschlossen. Sie sind von kugeliger Gestalt, stark lichtbrechend und lösen sich langsam in Wasser auf.

Der Embryo ist klein. Seine Membranen sind dünn, doch gehen sie nicht beim Kochen mit verdünnter Schwefelsäure in Lösung, sondern quellen nur schwach auf. Im Gegensatz zum

Endosperm zeigt der Embryo keine Eiweisskristalle, sondern nur amorph gespeichertes Eiweiss neben Fett und wenig Stärke."

Ich lasse nun die Ergebnisse folgen, die wir bei Untersuchung des Kerns, der Samenhaut und der Samenschale erhielten.

I. Der Kern (Keimling).

Als Kern bezeichne ich hier und im folgenden den nach Entfernung der Samenhaut und der äusseren Schale übrig bleibenden Teil des Samens; er besteht aus dem Embryo und dem Endosperm und kann auch als Keimling bezeichnet werden.

Wegen ihres hohen Gehalts an fettem Öl liefern die Kerne der Arvensamen bei der Zerkleinerung im Mörser eine weiche, teigige Masse; man kann sie erst fein zerreiben, nachdem sie vom grössten Teile des Fettes befreit worden sind. Dies geschah in unseren Versuchen durch Behandlung der zerstossenen Kerne mit Petroläther oder mit gewöhnlichem Äther. Das weisse Pulver, welches beim Zerreiben der entfetteten Kerne erhalten wurde, diente sowohl für die qualitative wie für die quantitative Untersuchung, wobei selbstverständlich die Versuche ausgenommen sind, in denen es sich um die Erforschung und die quantitative Bestimmung der in Äther löslichen Bestandteile handelte. Bei Berechnung der Resultate, die bei den quantitativen Bestimmungen sich ergaben, musste selbstverständlich das Mengenverhältnis, in dem jenes Pulver zu den fetthaltigen Kernen stand, berücksichtigt werden.

Für die Zusammensetzung der Trockensubstanz der Kerne fanden N. Rongger und ich (loc. cit.) folgende Zahlen:

Proteinstoffe	17.24 %
Glyceride (und freie Fettsäuren)	49.26 "
Lecithin	0.99 "
Stärkemehl	7.43 "
In Wasser lösliche stickstofffreie Stoffe	16.84 "
Rohfaser	1.19 "
Asche	3.05 "
Nicht bestimmbare Stoffe	4.00 "

Zu der für den Proteingehalt angegebenen Zahl ist noch zu bemerken, dass bei den Arvensamen, ebenso wie bei den anderen von uns untersuchten Koniferensamen, der Gehalt an „Nichteiweissstickstoff" sehr niedrig war; er betrug nach einer nach Stutzers Verfahren ausgeführten Bestimmung nur 0.04 %,

ein Betrag, der die Fehlergrenze der Bestimmungen kaum übersteigt und daher bei Berechnung des Proteingehalts von uns nicht in Abzug gebracht wurde. Aus der Zusammenstellung ist zu ersehen, dass der Gehalt der Kerne an Proteinstoffen nicht besonders hoch ist, während sich dagegen eine sehr grosse Menge von Fett vorfindet. Relativ hoch ist der Gehalt an wasserlöslichen stickstofffreien Stoffen; dass unter den letzteren Rohrzucker sich vorfindet, ist von N. Rongger und mir nachgewiesen worden. Die in der Zusammenstellung sich findenden Zahlen geben im übrigen auch im Verein mit den von N. Rongger und mir über die Qualität der Samenbestandteile gemachten Angaben keinen vollständigen Aufschluss über die Zusammensetzung der Kerne; dies veranlasste, wie früher schon erwähnt worden ist, die Wiederaufnahme der Untersuchung.

Da die von uns ausgeführten Untersuchungen über die Zusammensetzung der Koniferensamen (loc. cit.) gezeigt hatten, dass verschiedene Muster der gleichen Samenart im Protein- und im Fettgehalt zuweilen beträchtlich differieren, so schien es angezeigt, die Kerne noch einiger anderer Muster von Arvensamen auf ihren Gehalt an den genannten Stoffen zu untersuchen. Dies geschah in folgender Weise: Ein abgewogenes Quantum der Kerne wurde im Mörser zerkleinert, die dabei erhaltene teigige Masse im Vakuum-Exsikkator getrocknet und sodann entweder in einem Becherglase mit wasserfreiem Äther übergossen oder in eine Papierhülse gebracht und nun im Soxhletschen Extraktionsapparat entfettet; nachdem der grösste Teil des Fettes entfernt worden war, wurde der Rückstand fein zerrieben, sodann zur völligen Entfettung wieder in den Extraktionsapparat gebracht. Die ätherische Fettlösung wurde nach der Filtration der Destillation unterworfen, das dabei verbliebene Fett im Wasserstoffstrome getrocknet und sodann gewogen. Ferner wurde auch das Gewicht des entfetteten Rückstandes bestimmt, nachdem letzterer getrocknet worden war. Durch Addition der bei diesen Bestimmungen erhaltenen Zahlen fand man das Gewicht der Trockensubstanz, die in dem für den Versuch verwendeten Quantum der Kerne sich vorfand. Für den Gehalt dieser Trockensubstanz an Fett und an Stoffen, die in Äther unlöslich waren, ergaben sich folgende Zahlen:[1])

[1]) Analytische Belege. I. 20 g Kerne gaben 10.7963 g Fett und 7.4201 g entfetteten Rückstand. (Bei Ausführung einer Kontrollbestimmung

	I.	II.	III.
Fett (Ätherextrakt)	59.30	59.24	61.00
In Äther unlösliche Stoffe . .	40.70	40.76	39.00
	100.00	100.00	100.00

Die Kerne dieser drei Samenmuster waren also bedeutend reicher an Fett als die von N. Rongger und mir untersuchten Kerne. Das gleiche gilt auch, nach einer nur approximativ durchgeführten Bestimmung, für die Kerne eines vierten Samenmusters. Dagegen enthielten die von N. Rongger und mir untersuchten Kerne mehr Stärkemehl und mehr lösliche Kohlehydrate, wie aus einem Vergleich der bezüglichen Zahlen mit den Resultaten der später aufgeführten Bestimmungen zu ersehen ist.

In den entfetteten Rückständen wurde nun ferner der Stickstoffgehalt nach der Methode von Kjeldahl bestimmt; dabei ergaben sich folgende Zahlen:[1])

	I.	II.	III.	IV.
Stickstoffgehalt . . .	7.54 %	8.27 %	8.19 %	7.70 %.

erhielten wir aus 5 g Kernen 2.6351 g Fett.) Subtrahiert man die Summe der beiden Bestandteile vom Gewicht der frischen Kerne, so bleibt als Differenz 1.7836 g; dies würde das Gewicht des in den frischen Kernen enthaltenen Wassers sein.

II. 20 g Kerne gaben 11.0896 g Fett und 7.6308 g entfetteten Rückstand, zusammen 18.7204 g. Der aus der Differenz sich ergebende Wassergehalt der Kerne ist hier etwas geringer, weil die Kerne vor der Verwendung etwas Wasser durch Verdunstung verloren hatten. (Diese Bestimmung wurde von Herrn U. Pfenninger ausgeführt.)

III. 12 g Kerne gaben 6.5186 g Fett und 4.1670 g entfetteten Rückstand, zusammen 10.6856 g. Der aus der Differenz sich berechnende Wassergehalt der Kerne ist hier noch etwas grösser wie im ersten Falle.

[1]) Analytische Belege:

	Angewendet Trockensubstanz	Gefunden	
	g	g N	% N
I.	0.4552	0.03474	7.63
	0.9197	0.06875	7.45
II.	0.4540	0.03756	8.27
	0.4540	0.03752	8.27
III.	1.2357	0.10120	8.19
IV.	0.4612	0.03559	7.72
	0.4612	0.03537	7.67

Wenn man durch Multiplikation dieser Zahlen mit dem Faktor 6[1]) den Proteingehalt der entfetteten Trockensubstanz berechnet, daraus den prozentigen Proteingehalt der Trockensubstanz der Kerne ableitet und die so erhaltenen Zahlen mit denjenigen zusammenstellt, welche für den Fettgehalt der Kerne gefunden wurden, so ergibt sich folgendes:

	Die Trockensubstanz der Kerne enthielt:	
	Fett	Proteinstoffe
	%	%
I.	59.30	18.61
II.	59.24	20.22
III.	61.00	19.16
IV.	—	18.80

Wie man sieht, bestanden bei diesen Kernen fast 4/5 der Trockensubstanz aus Fett und Protein; nur ungefähr 1/5 vom Gewicht dieser Trockensubstanz fiel auf andere Stoffe. Es ist klar, dass diese anderen Stoffe (Stärkemehl, wasserlösliche Kohlehydrate usw.) hier in kleinerer Menge sich vorfinden mussten als in den an Fett und auch an Proteinstoffen ärmeren Kernen, die von N. Rongger und mir untersucht wurden. Eine Bestätigung dieser Annahme lieferten einige analytische Bestimmungen, die in der weiter unten gegebenen Zusammenstellung der bei Analyse der Kerne erhaltenen Ergebnisse zu finden sind.

Ich gehe nun zur Mitteilung der Resultate über, die in bezug auf die einzelnen Bestandteile bei Untersuchung der Kerne von uns erhalten wurden.

Proteinstoffe.

Wenn man die entfetteten, fein zerriebenen Kerne mit kaltem Wasser behandelt, die dabei entstandene Lösung durch Filtration vom Rückstande trennt und sie sodann auf ca. 90°

[1]) Der Faktor 6 entspricht dem mittleren Stickstoffgehalt der aus den Kernen dargestellten Eiweisspräparate. Da jedoch, wie weiter unten angegeben ist, eine Eiweisssubstanz mit einem etwas unter 16 % liegenden Stickstoffgehalt sich in den Kernen in grösserer Quantität vorfand als der stickstoffreichere globulinartige Eiweissstoff, so würde man für obige Berechnung auch den Faktor 6.25 haben anwenden können. Doch schien es angezeigt, einen etwas niedrigeren Faktor zu wählen, weil vom Gesamtstickstoff nicht der „Nichteiweissstickstoff" in Abzug gebracht worden ist. Dies geschah nicht, weil die Arvensamen, wie oben erwähnt wurde, nur eine äusserst geringe Menge von „Nichteiweissstickstoff" enthielten.

erhitzt, so scheidet sich aus ihr eine Eiweisssubstanz aus; das gleiche tritt ein, wenn man die in der beschriebenen Weise erhaltene Lösung mit etwas Essigsäure versetzt. Das Filtrat von der durch Essigsäure erhaltenen Ausscheidung gibt beim Erhitzen kein Eiweiss-Coagulum mehr, woraus man schliessen kann, dass die in Lösung gegangene Eiweisssubstanz kein Albumin ist.

Auch bei Behandlung der Kerne mit 10 %iger Kochsalzlösung erhält man eine eiweisshaltige Flüssigkeit; man kann die Eiweisssubstanz daraus zur Abscheidung bringen, indem man jene Flüssigkeit auf eine dem Siedepunkt naheliegende Temperatur erhitzt oder indem man sie in einem Schlauch von Pergamentpapier der Dialyse gegen destilliertes Wasser unterwirft.

Behandelt man die zerriebenen Kerne mit 10 %iger Kochsalzlösung erst nachdem sie zuvor mit kaltem Wasser extrahiert worden sind, so geht in die Kochsalzlösung eine geringere Eiweissmenge über. Es ist nicht unmöglich, dass ein Teil der globulinartigen Eiweisssubstanz, die durch die Kochsalzlösung extrahiert werden kann, schon in den wässerigen Auszug eingeht — vielleicht unter dem Einfluss von Salzen oder von anderen Extraktbestandteilen. Die gleiche Erscheinung ist bekanntlich in den Untersuchungen Ritthausens über die in den Pflanzensamen enthaltenen Eiweissstoffe wiederholt hervorgetreten.

Wenn man die aus den Kochsalzextrakten zur Abscheidung gebrachte Eiweisssubstanz wägt, so zeigt sich, dass in diese Extrakte nur ein relativ geringer Teil der in den Kernen enthaltenen Eiweissquantität übergeht. In Versuchen, die wir mit verschiedenen Mustern von Arvensamen ausführten, betrug die aus jenen Extrakten gewinnbare Eiweissmenge nur ungefähr 2 % vom Gewicht der Kerne. Über die Art und Weise, in der wir diese Versuche ausführten, sind noch folgende Angaben zu machen: Die zerstossenen Kerne wurden durch Behandlung mit Petroläther vom grössten Teil des Fettes befreit, dann fein zerrieben. Wir übergossen das Pulver mit der zehnfachen Menge 10 %iger Kochsalzlösung, erwärmten das Gemisch unter häufigem Umrühren eine Zeit lang auf 25—30° und liessen es sodann noch mindestens 24 Stunden lang bei Zimmertemperatur stehen; hierauf wurde die Masse aufs Filter gebracht, der Filterinhalt mit 10 %iger Kochsalzlösung ausgewaschen. Das klare Filtrat

brachten wir unter Hinzufügen von etwas Chloroform und Toluol in Pergamentpapierschläuche von tadelloser Qualität und senkten letztere in einen mit destilliertem Wasser gefüllten Zylinder ein; das die Schläuche umgebende Wasser wurde selbstverständlich von Zeit zu Zeit durch frisches ersetzt. In dem Maſse, als das Kochsalz in das Diffusat überging, schied sich die Eiweisssubstanz in den Schläuchen aus. Nachdem das Kochsalz bis auf einen kleinen Rest entfernt worden war, entleerten wir die Schläuche, wuschen die in der beschriebenen Weise zur Abscheidung gebrachte Eiweisssubstanz mit Wasser, Alkohol und Äther aus und trockneten sie über Schwefelsäure. Wie gross die auf diesem Wege erhaltene Ausbeute an Eiweisssubstanz war, ist aus folgenden Zahlen zu ersehen:

239 g frische Kerne lieferten 5.37 g Eiweisssubstanz = 2.26 % Eiweisssubstanz.
320 „ „ „ „ 7.0 „ „ = 2.19 „ „

Für die Trockensubstanz der Kerne beträgt die Ausbeute an Eiweisssubstanz ca. 2.5 %.

Bei Ausführung einer dritten Bestimmung wurde das in die 10 %ige Kochsalzlösung übergegangene Eiweiss durch Erhitzen der Lösung zum Coagulieren gebracht, dann abfiltriert,[1]) ausgewaschen, getrocknet und gewogen.

74 g Kerne (wasserfrei in Rechnung gestellt) gaben 1.468 g oder 2.0 % Eiweisssubstanz.

Die Ausbeute war also stets ungefähr die gleiche, trotzdem dass die verwendeten Kerne aus zwei verschiedenen Mustern von Arvensamen stammten; 100 Teile der Trockensubstanz der Kerne lieferten durchschnittlich 2.3 Teile Eiweisssubstanz. Da nun in der Trockensubstanz im ganzen durchschnittlich 19 Teile Eiweissstoffe enthalten waren (vergl. die obige Zusammenstellung), so ergibt sich, dass nicht viel mehr als 12 % dieser Eiweissstoffe durch die 10 %ige Kochsalzlösung extrahiert worden waren; der grösste Teil der Eiweissstoffe fand sich noch in dem bei der Behandlung mit 10 %iger Kochsalzlösung ungelöst gebliebenen Teile der Kerne vor. Wie aus den von N. Rongger und mir gemachten Angaben sich ersehen lässt, gilt das gleiche für das damals von uns untersuchte Muster von Arvensamen.

Die in der beschriebenen Weise aus dem Kochsalzextrakt dargestellte Eiweisssubstanz, die aus dem Extrakt durch Ein-

[1]) Das Filtrat gab noch schwache Fällung mit Essigsäure.

tragen von Kochsalz zur Ausscheidung gebracht werden konnte und daher nach der üblichen Klassifikation der Eiweissstoffe zu den Globulinen zu rechnen ist, bildete nach dem Trocknen eine leicht zerreibliche, weisse Masse, die sich in kalter verdünnter Natronlauge leicht löste und Aschenbestandteile nur in Spuren einschloss. Eine nach der volumetrischen Methode ausgeführte Stickstoffbestimmung gab folgendes Resultat:

0.2853 g der bei 100—105° getrockneten Substanz gaben 44.4 ccm feuchtes Stickstoffgas bei einem Barometerstand von 730 mm und einer Temperatur von 13° C. = 17.57 % Stickstoff.[1])

Diese Zahl liegt den Resultaten sehr nahe, die N. RONGGER und ich für ein anderes aus dem Kochsalzextrakt dargestelltes Eiweisspräparat nach der Methode von KJELDAHL erhielten; wir fanden nämlich 17.20 und 17.54, im Mittel 17.37 % Stickstoff. Zieht man aus den nach jenen beiden Methoden erhaltenen Zahlen das Mittel, so ergibt sich für das aus dem Kochsalzextrakt gewonnene Globulin ein Stickstoffgehalt von

17.47 %.

Wir prüften unser Präparat auf das Vorhandensein einer Kohlehydratgruppe, indem wir eine Probe desselben mit α-Naphthol und Schwefelsäure zusammen brachten. Dabei nahm die Flüssigkeit nur eine grünliche Färbung an; die Kohlehydratreaktion trat also nur sehr schwach ein.

Wie durch die in unserem Laboratorium früher gemachten Versuche bewiesen ist, geben die aus den Samen der Rottanne und der Kiefer dargestellten Eiweisspräparate bei der Spaltung durch Salzsäure sehr viel Arginin, dagegen nur wenig Lysin und Histidin. Es schien wünschenswert, zu untersuchen, wie sich das aus dem Kochsalzextrakt dargestellte Eiweisspräparat in dieser Beziehung verhielt. Bei Ausführung des betreffenden Versuches wurden 18 g lufttrockene Eiweisssubstanz (= 16.55 g wasserfreie) mit 180 ccm konzentrierter Salzsäure 10 Stunden lang am Rückflusskühler erhitzt. Nach dem Erkalten versetzten wir die mit etwas Wasser verdünnte Flüssigkeit mit Phosphorwolframsäure, wobei ein sehr starker Niederschlag entstand. Diesen Niederschlag verarbeiteten wir, nachdem er abfiltriert und mit 5 %iger Schwefelsäure ausgewaschen worden war, nach

---

[1]) Die Ausführung dieser und der weiter unten aufgeführten volumetrischen Stickstoffbestimmungen verdanke ich der Gefälligkeit der Herren E. WINTERSTEIN und L. STEGEMANN.

bekanntem Verfahren.[1]) Aus der dabei erhaltenen Basenlösung fällten wir nach der von KOSSEL und KUTSCHER gegebenen Vorschrift das Histidin und das Arginin nacheinander durch Zusatz von Silbernitrat und Barytwasser. Aus der bei Zerlegung der „Histidinfraktion" des Niederschlages mittels Schwefelwasserstoff erhaltenen Lösung wurde das Histidin zur Reinigung nach dem Verfahren von KOSSEL und PATTEN[2]) durch Quecksilbersulfat gefällt. Wir neutralisierten die bei Verarbeitung dieses Niederschlages erhaltene Histidinlösung mit Salzsäure und dunsteten sie sodann in einem gewogenen Schälchen zum Sirup ein. Dieser Sirup verwandelte sich beim Stehen in einem Exsikkator in eine Kristallmasse, die nach völligem Austrocknen gewogen wurde. Die bei Verarbeitung des Argininsilberniederschlages erhaltene Argininlösung wurde mit Salpetersäure neutralisiert und sodann zum Sirup eingedunstet; der letztere verwandelte sich beim Stehen bald in eine weisse Kristallmasse, die nach völligem Austrocknen gewogen wurde. Aus dem Filtrat vom Argininsilberniederschlage fällten wir das Lysin wieder mit Phosphorwolframsäure und führten die aus diesem Niederschlage wieder in Freiheit gesetzte Base nach bekannter Vorschrift in das Pikrat über; letzteres wurde im Exsikkator getrocknet und gewogen. Aus der für den Versuch verwendeten Eiweissquantität (16.55 g wasserfrei) erhielten wir auf diesem Wege

2.916 g Argininnitrat . . = 2.0703 g Arginin,
0.477 „ Lysinpikrat . . . = 0.1860 „ Lysin,
0.359 „ Histidinchlorid . . = 0.2660 „ Histidin.

100 Teile wasserfreie Eiweisssubstanz hatten also geliefert:

12.50 Teile Arginin,
1.12 „ Lysin,
1.61 „ Histidin.

Die Ausbeute an Arginin war sehr hoch; sie übersteigt noch die Maximalausbeute, die wir früher bei einem aus Koniferensamen dargestellten Eiweisspräparat erhielten (diese Maximalausbeute betrug 11.3 Teile Arginin). Vom Stickstoff des Eiweisspräparates fanden sich nicht weniger als 22 % in dem bei der

[1]) Ich verweise auf eine in dieser Zeitschrift Bd. 59, S. 344—354 von mir publizierte Abhandlung.

[2]) Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 38, S. 39.

Spaltung erhaltenen Arginin wieder. Die Ausbeute an Lysin sowie an Histidin war gering.

Wie weiter oben angegeben worden ist, war von den in den Kernen enthaltenen Eiweissstoffen nur ein relativ kleiner Teil (ca. 12 %) in den Kochsalzextrakt übergegangen; der grösste Teil der Eiweissstoffe fand sich in dem bei der Behandlung mit 10 %iger Kochsalzlösung ungelöst gebliebenen Teile der Kerne vor. Diesen Rückstand behandelten wir mehrmals mit kalter 0.1—0.2 %iger Natronlauge. Nach dem Absetzen des Ungelösten wurde die nicht völlig klare Flüssigkeit abgehebert und mit verdünnter Essigsäure versetzt, wobei eine starke Fällung entstand. Letztere wurde zuerst durch Dekantieren, später auf dem Filter mit Wasser, hierauf mit Alkohol ausgewaschen. Der Filterinhalt wurde nach dem Abtrennen vom Filter zerrieben und unter absoluten Alkohol gebracht, nach mehrtägigem Verweilen unter letzterem abfiltriert, mit Äther ausgewaschen und nun im Exsikkator getrocknet. Für die Analyse wurde das in dieser Weise erhaltene Eiweisspräparat gereinigt, indem wir es in möglichst wenig verdünnter Natronlauge wieder auflösten, die Lösung nach längerem Stehen von einem an Quantität geringen Bodensatze trennten und zur Wiederausfällung der Eiweisssubstanz mit verdünnter Essigsäure versetzten; die Fällung wurde so behandelt, wie es im vorigen angegeben worden ist. Nach dem Trocknen über konzentrierter Schwefelsäure bildete der in dieser Weise dargestellte Eiweissstoff eine weisse, leicht zerreibliche Masse. Beim Verbrennen hinterliess er nahezu 1 % Asche; diese Asche war reich an Phosphorsäure. Um den Eiweissstoff auf das Vorhandensein einer Kohlehydratgruppe zu prüfen, brachten wir eine Probe desselben mit α-Naphthol und Schwefelsäure zusammen; dabei trat eine ziemlich starke grüne Färbung auf, die später in Violett überging; doch war daneben auch Schwärzung der Masse zu bemerken. Für das Vorhandensein einer Kohlehydratgruppe scheint auch der Umstand zu sprechen, dass bei der Zersetzung dieser Eiweisssubstanz durch konzentrierte Salzsäure eine huminartige Substanz in beträchtlicher Quantität sich ausschied. Man kann freilich fragen, ob das in der beschriebenen Weise dargestellte Eiweisspräparat etwa ein Kohlehydrat als Beimengung einschloss. Darauf ist zu antworten, dass die zu seiner Darstellung verwendete Methode gegen eine solche Verunreinigung nicht unter allen Umständen

zu schützen vermag. Denn es ist ja bekannt, dass in den Zellwandungen Kohlehydrate vorkommen, die schon in kalter verdünnter Natronlauge löslich sind, und es muss für möglich erklärt werden, dass dieselben sich mit ausscheiden, wenn man aus der alkalischen Lösung die Eiweissstoffe durch Essigsäure ausfällt. Doch könnte im vorliegenden Falle eine solche Beimengung wohl nur in geringer Menge vorhanden gewesen sein, da der Gehalt der Kerne an Hemicellulosen sehr niedrig ist.

Der Stickstoffgehalt dieses Eiweisspräparates wurde ebenfalls nach der volumetrischen Methode bestimmt; dabei ergaben sich folgende Resultate:

a) 0.2669 g Substanz (bei 100° getrocknet) gaben 38.6 ccm Gas bei 22° C. und einem Barometerstand von 734 mm = 15.73 % Stickstoff.

b) 0.2660 g Substanz gaben 37.0 ccm Gas bei 13° C. und einem Barometerstand von 733 mm = 15.77 % Stickstoff.

Mittelzahl 15.75 % Stickstoff.

Wie man sieht, war bei diesem Präparat der Stickstoffgehalt bedeutend niedriger als bei der aus dem Kochsalzextrakt dargestellten Eiweisssubstanz, — ein Umstand, auf den ich weiter unten noch zurückkommen werde.

Auch von diesem Eiweisspräparat wurde eine abgewogene Quantität durch Erhitzen mit konzentrierter Salzsäure zersetzt, die dabei erhaltene Lösung sodann auf Hexonbasen verarbeitet; das dabei angewendete Verfahren war genau das gleiche, wie in dem oben beschriebenen Versuche mit der aus dem Kochsalzextrakte gewonnenen Eiweisssubstanz. Bei Verwendung von 20 g lufttrockner Eiweisssubstanz, = 18.07 g wasserfrei, erhielten wir:

2.780 g	Argininnitrat	= 1.974 g	Arginin,
0.473 „	Lysinpikrat	= 0.184 „	Lysin,
0.238 „	Histidinchlorid	= 0.176 „	Histidin.

100 Teile wasserfreie Eiweisssubstanz lieferten demnach:

10.92	Teile	Arginin,
1.02	„	Lysin,
0.97	„	Histidin.

Auch dieser Eiweissstoff lieferte also bei der Spaltung sehr viel Arginin, aber nicht viel Lysin und Histidin. Wenn auch die Ausbeute an Arginin etwas hinter derjenigen zurückblieb, die bei der Spaltung des Globulins erhalten wurde, so findet sich doch in beiden Fällen der gleiche Anteil des Eiweissstick-

stoffs, nämlich 22 % des letzteren, in dem bei der Spaltung entstandenen Arginin wieder. Dieser Befund würde sich mit der Annahme vereinen lassen, dass die zweite Eiweisssubstanz durch Vereinigung des Globulins mit einer Kohlehydrat-Gruppe sich in der Pflanze gebildet hatte, wobei selbstverständlich ein Eiweissstoff entstehen musste, welcher stickstoffärmer war und bei der Spaltung weniger Arginin zu liefern vermochte, als das Globulin. Allerdings ist dies eine Hypothese, für welche andere Stützen bis jetzt nicht beigebracht werden konnten.

Der Eiweissstoff, auf welchen die zuletzt gemachten Angaben sich beziehen, ist aus den entfetteten und zerriebenen Kernen durch 0.1—0.2 %ige Natronlauge extrahiert worden. Diese Extraktion wurde fortgesetzt, bis die Auszüge mit Essigsäure nur noch eine höchst geringe Fällung gaben. Der dabei verbliebene Rückstand wurde mit Wasser bis zum Verschwinden der alkalischen Reaktion, sodann mit Alkohol und mit Äther ausgewaschen, schliesslich im Exsikkator getrocknet. Es zeigte sich, dass dieser Rückstand noch eine ziemlich beträchtliche Stickstoffmenge, nämlich ca. 3 % N, einschloss. Da dies ein überraschendes Resultat war,[1]) so haben wir noch die Kerne zweier anderer Samenmuster in der gleichen Weise behandelt und in den dabei erhaltenen Rückständen ebenfalls den Stickstoffgehalt bestimmt. Es wurden also im ganzen drei Rückstände solcher Art untersucht. Die untereinander gut übereinstimmenden Ergebnisse der Stickstoffbestimmungen teile ich im folgenden mit:[2])

Rückstand 1 . . . . 3.37 % N.
„ 2 . . . . 3.28 „ „
„ 3 . . . . 3.36 „ „

[1]) Bei anderen Samen, z. B. bei denjenigen der Lupinen, trat nicht die gleiche Erscheinung ein; der bei Behandlung der fein zerriebenen Samen mit sehr verdünnter Natronlauge verbliebene Rückstand enthielt hier nur eine sehr geringe Stickstoffmenge.

[2]) Analytische Belege:

Angewendet	Gefunden	
g Substanz	g N	% N
1.0600	0.03540	3.34
1.1400	0.03878	3.40
0.9110	0.02991	3.28
0.7612	0.02479	3.27
0.4565	0.01507	3.28
0.4565	0.01568	3.43

Diese Rückstände enthielten also durchschnittlich 3.34 % N = 20 % Protein. Da nun 100 Teile der Trockensubstanz der Kerne mit 19 Teilen Protein ungefähr 10 Teile solchen Rückstands mit 2 Teilen Protein lieferten, so ergibt sich, dass ca. $^1/_9$ der in den Kernen sich vorfindenden Proteinmenge der Auflösung durch 10 %ige Kochsalzlösuug und durch 0.1—0.2 %ige Natronlauge entgangen war.

Um zu prüfen, ob die in diesem Rückstande sich noch vorfindende Proteinsubstanz sich in stärkerer Natronlauge auflöste, behandelten wir denselben mit kalter $2^1/_2$ %iger Lauge. Die nach 48stündiger Einwirkung vom Ungelösten abgeheberte Lösung gab bei der Neutralisation mit Essigsäure eine Fällung, welche die Eiweissreaktionen gab; doch war die Quantität der auf diesem Wege gewonnenen Substanz nicht bedeutend. Es war nun zu prüfen, ob der im Rückstand enthaltene Proteinstoff bei der Spaltung, ebenso wie die andern Präparate, viel Arginin lieferte. Es schien uns zweckmässig, zur Entscheidung dieser Frage den proteinhaltigen Rückstand direkt mit Säure zu behandeln.[1]) Wir erhitzten ein ca. 4 g Protein einschliessendes Quantum dieses Rückstandes 12 Stunden lang mit der 3fachen Gewichtsmenge Schwefelsäure und der 6fachen Gewichtsmenge Wasser am Rückflusskühler. Dann wurde die Flüssigkeit mit Wasser verdünnt, durch Zusatz von Baryt von einem Teile der Schwefelsäure befreit, hierauf filtriert und nun mit Phosphorwolframsäure versetzt. Den dabei erhaltenen Niederschlag verarbeiteten wir nach bekanntem Verfahren. Dabei erhielten wir 0.260 g Argininnitrat = 0.1846 g Arginin. Diese Quantität beträgt 4.6 % des nach der obigen Berechnung in dem verwendeten Rückstande enthaltenen Proteins. Die Ausbeute an Arginin war also hier viel geringer als bei den aus dem Kochsalzextrakt und aus der alkalischen Lösung dargestellten Eiweisspräparaten.

Es sei noch erwähnt, dass das in dem letzten Versuche gewonnene Argininnitrat nicht ganz so rein zu sein schien, wie die in den anderen Versuchen erhaltenen Präparate dieses Nitrats. Doch lieferte die wässerige Lösung jenes Nitrats nach dem Erhitzen mit Kupferkarbonat eine blaue Flüssigkeit, aus der

---

[1]) Denn es muss für möglich erklärt werden, dass die im Rückstande enthaltene Proteinsubstanz bei der Extraktion durch starke Natronlauge partiell zersetzt wurde.

bald Argininkupfernitrat in der charakteristischen Form auskristallisierte. Der Schmelzpunkt des umkristallisierten Produkts lag bei 112°.

In den Kernen der Arvensamen waren also mindestens drei verschiedene Proteinstoffe enthalten. Ob die von uns dargestellten Präparate dieser Proteinstoffe einheitliche Substanzen waren, das ist eine Frage, die unentschieden bleibt.

Wir haben endlich auch noch die Stickstoffmenge bestimmt, welche den in Pepsin-Salzsäure unlöslichen Verbindungen angehörte. Zu diesem Zwecke wurden abgewogene Quantitäten der entfetteten Kerne mit 0.25 g Pepsin (Marke Grübler) und 3 %iger Salzsäure in sterilisierten Glaskölbchen unter Zusatz von Toluol 7 Tage lang auf 35—40° erwärmt, der dabei verbliebene Rückstand sodann abfiltriert, gut ausgewaschen und hierauf für die Stickstoffbestimmung nach Kjeldahls Methode verwendet. Dabei ergaben sich folgende Resultate:

Angewendet	Gefunden		
g Trockensubstanz	g N	% N	
1.2745	0.00604	0.47	im Mittel
1.4072	0.00659	0.46	0.465.

Für die fetthaltige Trockensubstanz der Kerne berechnet sich aus diesen Zahlen die den in Pepsin-Salzsäure unlöslichen Stickstoffverbindungen angehörende Stickstoffmenge auf 0.189 % der Trockensubstanz oder 6.0 % des Gesamtstickstoffs.

Organische Basen.

In den Pflanzensamen finden sich bekanntlich stickstoffhaltige organische Basen in sehr grosser Verbreitung, aber meist nur in kleiner Menge vor. Dass ihre Quantität im vorliegenden Falle nur sehr gering sein würde, liess sich von vornherein erwarten, da die Arvensamen, ebenso wie andere von uns untersuchte Koniferensamen, nur sehr wenig „Nichteiweissstickstoff“ enthielten. Dieser Erwartung entsprach auch der Befund, indessen gelang doch der Nachweis von Arginin und von Cholin.

Über die Versuche, die zu diesem Resultat führten, ist folgendes anzugeben: $2^1/_2$ kg zerkleinerte Samen wurden mit kaltem Wasser extrahiert, der Auszug mit Bleiessig im schwachen Überschuss versetzt, das Filtrat vom Bleiniederschlag, welches neutral reagierte, bei gelinder Wärme eingeengt, dann mit

Schwefelsäure angesäuert und mit Phosphorwolframsäure versetzt, der dadurch erzeugte Niederschlag nach dem Abfiltrieren mit 5 %iger Schwefelsäure ausgewaschen. Diesen Niederschlag verarbeiteten wir dann in der oft schon von mir beschriebenen Art und Weise.[1]) Die bei Zerlegung des Niederschlags mittels Baryumhydroxyd erhaltene Basenlösung wurde mit Salpetersäure neutralisiert und sodann zur Ausfällung von Histidin und Arginin nach der von KOSSEL und KUTSCHER gegebenen Vorschrift mit Silbernitrat und Barytwasser versetzt. Die „Histidinfraktion“ des Niederschlags war der Quantität nach sehr gering und wurde nicht weiter untersucht; etwas grösser an Menge war die „Argininfraktion“. Die bei Zerlegung der letzteren mittels Schwefelwasserstoff erhaltene Basenlösung wurde mit Salpetersäure neutralisiert und sodann eingedunstet. Sie lieferte weisse Kristalle, deren wässrige Lösung mit Kupfercarbonat erhitzt wurde. Dabei entstand eine blaue Lösung, die, nach dem Einengen, in Wasser schwer lösliche blaue Kristalle lieferte, deren Aussehen mit demjenigen des Argininkupfernitrats übereinstimmte; ihr Schmelzpunkt lag bei 112° C. Das bei Zerlegung dieser Kupferverbindung mittels Schwefelwasserstoff erhaltene Nitrat gab in wässriger Lösung folgende Reaktionen:

Mit Phosphorwolframsäure weisse Fällung.
„ Phosphormolybdänsäure gelbe Fällung, löslich im Überschuss des Reagens.
„ Caliumwismutjodid rote Fällung.
„ Caliumquecksilberjodid keine Fällung.
„ Nesslers Reagens weisse Fällung.

Die gleichen Reaktionen gibt das Argininnitrat. Diese Beobachtungen führen zu der Schlussfolgerung, dass die in der beschriebenen Weise dargestellte Base Arginin war, dessen Vorkommen in ungekeimten Pflanzensamen schon mehrfach von uns nachgewiesen worden ist. Die Ausbeute an dieser Base war aber nur sehr gering; wir erhielten nur 0.1—0.2 g Argininkupfernitrat.

Das Filtrat vom Argininsilber-Niederschlage wurde vom Silber und vom Baryt befreit, dann stark eingeengt, mit Schwefelsäure angesäuert und zur Ausfällung der darin noch sich vorfindenden Basen mit Phosphorwolframsäure versetzt, der dadurch

[1]) Ich verweise auf meine Abhandlung in dieser Zeitschrift, Bd. 59, S. 344, sowie auf die Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 47, S. 509—515.

erzeugte Niederschlag mit Baryumhydroxyd zerlegt. Die dabei erhaltene Basenlösung wurde mit Salzsäure neutralisiert und sodann zur Trockne eingedunstet. Die völlig ausgetrocknete Salzmasse behandelten wir mit absolutem Alkohol. Die vom Ungelösten abfiltrierte Flüssigkeit wurde eingedunstet, der Verdampfungsrückstand in Wasser aufgenommen, die Lösung mit Mercurichlorid im Überschuss versetzt. Es schied sich bald ein in Wasser schwer lösliches Quecksilberdoppelsalz in Kristallen aus; die davon abgegossene Mutterlauge lieferte nach dem Einengen ein neues Quantum der gleichen Verbindung. Dieses Doppelsalz wurde nun mittels Schwefelwasserstoff zersetzt, die vom Schwefelquecksilber abfiltrierte Lösung eingedunstet, der Verdampfungsrückstand in Alkohol aufgenommen, die Lösung mit einer alkoholischen Platinchloridsolution versetzt. Dabei schied sich ein gelber Niederschlag aus, der nach dem Abfiltrieren und Auswaschen in Wasser gelöst wurde. Die Lösung lieferte beim Verdunsten orangerote Tafeln, die im Aussehen mit Cholinplatinchlorid übereinstimmten. Eine Platinbestimmung gab folgendes Resultat:

0.2165 g des bei 100° getrockneten Doppelsalzes gaben 0.0691 g Platin = 31.9 % Platin.

Die Theorie verlangt für Cholinplatinchlorid einen Platingehalt von 31.6 %.

Bei der Zerlegung mittels Schwefelwasserstoff lieferte dieses Chloroplatinat ein salzsaures Salz, welches in feinen, zerfliesslichen Nadeln kristallisierte und auch in kaltem, absolutem Alkohol löslich war. Die wässrige Lösung dieses Salzes gab die Reaktionen des salzsauren Cholins, nämlich:

Mit Phosphorwolframsäure weisse Fällung.
" Phosphormolybdänsäure gelbe Fällung.
" Kaliumquecksilberjodid gelbe Fällung.
" Kaliumwismutjodid rote Fällung.
" Jodjodkalium braune Fällung.
" Goldchlorid gelbe Fällung, löslich in heissem Wasser.

Das Golddoppelsalz schmolz im Kapillarröhrchen gleichzeitig mit einem Cholingoldchloridpräparat unserer Sammlung und gab bei der Analyse folgendes Resultat:

0.1900 g Substanz (bei 100° getrocknet) gaben 0.0848 g Au = 44.63 % Au.

Die Theorie verlangt für Cholingoldchlorid einen Goldgehalt von 44.5 %.

Die bei Verarbeitung der $2^1/_2$ kg Samen erhaltene Ausbeute an Cholin war nur sehr gering; das Gewicht der gewonnenen Cholinplatinchloridkristalle betrug nur ca. 0.5 g.

Aus den im vorigen gemachten Angaben ist zu ersehen, dass in den Arvensamen Arginin und Cholin nachgewiesen werden konnten, dass aber beide Basen nur in sehr kleiner Quantität erhalten wurden. Dass diese Basen Bestandteile der Kerne waren, kann mit Sicherheit behauptet werden. Denn ein aus den Samenschalen dargestellter wässriger Extrakt, der von den durch Bleiessig fällbaren Substanzen befreit und sodann mit Schwefelsäure angesäuert worden war, gab mit Phosphorwolframsäure keinen Niederschlag, während ein in der gleichen Weise behandelter Extrakt aus den entfetteten und zerriebenen Kernen mit dem genannten Reagens eine Fällung gab.

In Äther lösliche Stoffe.

Extrahiert man die zerstossenen Kerne mit Äther und unterwirft den Auszug der Destillation, so bleibt das Rohfett als ein hellgelbes, fast geruchloses Öl zurück. Es schliesst etwas Phytosterin ein und hinterlässt beim Verbrennen unter Soda- und Salpeterzusatz einen phosphorsäurehaltigen Rückstand, woraus auf das Vorhandensein von Lecithin zu schliessen ist. Doch war nach den mit verschiedenen Fettproben von uns gemachten Versuchen die Phosphorsäuremenge stets sehr gering. Zur genaueren Bestimmung des Phosphorgehalts verwendeten wir ein Gemisch der aus den Kernen mehrerer Samenmuster dargestellten Fettproben; 25 g dieses Gemisches wurden unter Soda- und Salpeterzusatz verbrannt, der Rückstand zur Phosphorsäurebestimmung nach der Molybdänmethode verwendet. Wir erhielten dabei 0.0150 g $Mg_2P_2O_7$ = 0.0042 g oder 0.017 % P. Daraus berechnet sich für das Fett ein Lecithingehalt von 0.44 %.

Phytosterin wurde aus dem Rohfett von N. Rongger und mir (loc. cit.) nach bekanntem Verfahren dargestellt; die Ausbeute war sehr gering. Das Phytosterin gab mit Chloroform und Schwefelsäure die von Hesse beschriebene Färbung sowie die Liebermannsche Cholestolreaktion; nach dem Umkristallisieren zeigten die Kristalle einen Schmelzpunkt von 129°, während für reines Phytosterin ein Schmelzpunkt von 132—133° angegeben wird.

Eine Phytosterinbestimmung, die unter Befolgung der von E. Ritter[1]) gegebenen Vorschrift in meinem Laboratorium von U. Pfenninger ausgeführt wurde, ergab für das Rohfett einen Phytosteringehalt von 0.66 % (50 g Fett lieferten 0.33 g Phytosterin). Daraus berechnet sich für die Trockensubstanz der Kerne ein Phytosteringehalt von 0.40 %.

Zur Gewinnung der Fettsäuren wurden die aus dem Fett dargestellten Seifen, nachdem sie zuvor durch Behandlung mit Äther vom Phytosterin befreit worden waren, mit verdünnter Salzsäure erhitzt. Die Fettsäuren schieden sich auf der Oberfläche der Flüssigkeit als ölige, auch beim Erkalten nicht fest werdende Schicht ab. Sie wurden zur Reinigung in Äther gelöst, die filtrierte Lösung sodann der Destillation unterworfen. Aus der dabei als Rückstand verbliebenen öligen Flüssigkeit schieden sich nach einiger Zeit Kristalle ab, doch blieb auch bei wochenlangem Stehen die Hauptmasse der Säuren flüssig.

Eine nähere Untersuchung dieser Säuren wurde bis jetzt nicht ausgeführt, dagegen haben wir die Jodzahl des Fettes unter Befolgung der Vorschriften bestimmt, die sich in dem Werke Benedikt-Ulzers: „Die Analyse der Fette und Wachsarten", 4. Auflage, S. 190 ff. finden. Für diese Bestimmung verwendeten wir eine im Wasserstoffstrom getrocknete Probe des Fettes. Es wurde eine sehr hohe Jodzahl, nämlich 155.9 gefunden.[2])

Kohlehydrate.

Die Kerne enthalten Stärkemehl, jedoch nicht in grosser Quantität. N. Rongger und ich fanden in den Kernen der von uns untersuchten Arvensamen 7.4 % Stärkemehl. In den jetzt untersuchten fettreicheren Kernen fanden wir jedoch nur 5.12 % Stärkemehl.[3])

---

[1]) Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. XXXIV, S. 430.

[2]) Analytische Belege. Angewendet wurden 0.2394 g Fett und 50 ccm Jodlösung. Diese 50 ccm waren = 78.49 ccm Thiosulfatlösung. Zum Zurücktitrieren wurden 53.78 ccm Thiosulfatlösung gebraucht, die Differenz war also = 24.71 ccm. Da nun 1 ccm = 0.01510 g Jod war, so sind jene 24.71 ccm = 0.37312 g Jod.

[3]) Analytische Belege. 4.6537 g fettfreie Trockensubstanz (Gemisch) wurden, nach Entfernung der in kaltem Wasser löslichen Stoffe, mit Malzauszug behandelt, der Extrakt auf 200 ccm gebracht. 100 ccm davon wurden mit Salzsäure erhitzt, dann auf 200 ccm gebracht. 50 ccm dieser Lösung gaben 0.1619 g Cu (nach Abzug der vom Malzauszug bei gleicher Behandlung gelieferten Cu-Menge) = 0.08265 g, oder 14.21 % Glucose = 12.79 % Stärke-

Neben Stärkemehl findet sich in den Kernen Rohrzucker vor. N. RONGGER und ich isolierten diese Zuckerart aus einem alkoholischen Extrakt der Samen, unter Verwendung der von E. SCHULZE und TH. SELIWANOFF[1]) angegebenen Methode, nach welcher der Zucker aus den Extrakten als Strontium-Saccharat gefällt wird. Zur Identifizierung des Zuckers diente sein spezifisches Drehungsvermögen (gefunden wurde $[\alpha]D = +66.3^{0}$) und sein Verhalten gegen Resorcin und Salzsäure, sowie gegen Invertase, ferner auch das Aussehen und der stark süsse Geschmack der Kristalle.

Wir fanden, dass man den Rohrzucker noch in anderer Weise aus den Kernen leicht isolieren kann. Wenn man die entfetteten und sodann fein zerriebenen Kerne mit 95 $^{0}/_{0}$igem Alkohol ca. 2 Stunden lang auf 45—50^{0} erhitzt und sodann die vom Ungelösten durch Filtration getrennte Flüssigkeit in einer Schale bei einer Temperatur von ca. 50^{0} C. langsam eindunstet, so erhält man einen Rückstand, der neben Lecithin usw. Rohrzucker in ansehnlicher Quantität enthält. Dieser Zucker scheidet sich schon während des Eindunstens der Flüssigkeit zum Teil in Kristallen aus. Wenn man jenen Rückstand zur Entfernung des Lecithins wiederholt mit Äther behandelt, so bleibt Rohrzucker zurück, teils in Kristallen, teils als Sirup. Die Kristalle sind durch Umkristallisieren aus heissem Alkohol leicht zu reinigen. Wenn man den Sirup mit kochendem 95 $^{0}/_{0}$igem Alkohol behandelt, nach dem Erkalten die Lösung vom Ungelösten abgiesst und sie sodann in einem Becherglase unter einer Glasglocke über konzentrierter Schwefelsäure stehen lässt, so scheiden sich bald am Boden und an den Wandungen des Gefässes Rohrzuckerkristalle ab. Das gleiche Resultat erhielten wir auch, als wir die entfetteten und sodann fein zerriebenen Kerne mit absolutem Alkohol ca. 2 Stunden lang auf 50^{0} erhitzten, den in dieser Weise erhaltenen Auszug sodann in einer Schale bei ca. 50^{0} langsam verdunsten liessen und den Schaleninhalt zur Entfernung des Lecithins mit Äther behandelten. Auch in diesem Falle blieb ein zum Teil kristallinischer Rückstand, welcher reich an Rohrzucker war. Durch Umkristallisieren der durch Aufstreichen auf eine Tonplatte von der Mutterlauge befreiten Kristalle konnte leicht Rohrzucker rein

---

mehl; daraus berechnet sich für die fetthaltigen Kerne ein Stärkemehlgehalt von 5.12 $^{0}/_{0}$ (diese Bestimmung wurde von CH. GODET ausgeführt).

[1]) Diese Zeitschrift Jahrgang 1887.

gewonnen werden. Die Kristalle zeigten das Aussehen des Rohrzuckers, schmeckten stark süss und stimmten im Verhalten gegen Resorcin und Salzsäure, sowie gegen Invertase mit der genannten Zuckerart überein. Aus ca. 300 g Kernen erhielten wir auf diesem Wege 2 g reinen Rohrzucker. Die Untersuchung desselben im SOLEIL-VENTZKEschen Polarisationsapparat gab folgendes Resultat: Eine wässrige Lösung, die in 20 ccm 1.008 g Substanz enthielt, drehte im 200 mm-Rohr bei 17—18° C. 19.6° nach rechts. Demnach ist $[\alpha]D = +66.9°$.

Da der Rohrzucker bekanntlich in absolutem Alkohol sehr wenig löslich ist, so wird man annehmen müssen, dass im vorliegenden Falle die Löslichkeit des Rohrzuckers in Alkohol durch das Vorhandensein anderer Extraktbestandteile (Lecithin usw.) bedeutend erhöht wurde. Selbstverständlich konnte auch durch die in den zerriebenen Kernen enthaltene hygroskopische Feuchtigkeit die Auflösung der genannten Zuckerart befördert werden. Wahrscheinlich ist aber der Zucker in diesen Versuchen aus den Kernen nicht vollständig durch den Alkohol extrahiert worden.

Da die im vorigen beschriebenen Beobachtungen erkennen liessen, dass die Kerne eine recht ansehnliche Quantität von Rohrzucker einschlossen, so schien es angezeigt, einen Versuch zur quantitativen Bestimmung dieser Zuckerart zu machen. Um entscheiden zu können, welcher Weg dabei einzuschlagen war, musste man wissen, ob neben dem Rohrzucker noch ein anderes wasserlösliches Kohlehydrat sich vorfand. Letzteres kann auf Grund der von N. RONGGER und mir gemachten Beobachtung für wahrscheinlich erklärt werden. Denn wir konnten aus dem Strontiumniederschlag eine nach dem Erhitzen mit Säure die FEHLINGsche Lösung reduzierende Substanz gewinnen, die allem Anschein nach sich in heissem Alkohol weit schwerer löste als die genannte Zuckerart; nach wiederholtem Ausfällen aus wässriger Lösung mittels absolutem Alkohol bildete sie eine weisse, nicht deutlich süss schmeckende Masse. Es ist sehr wahrscheinlich, dass dieses Produkt noch nicht frei von Rohrzucker war. Wir haben dasselbe daher auch nicht eingehend untersucht, aber doch konstatiert, dass es bei der Oxydation durch verdünnte Salpetersäure keine Schleimsäure lieferte.

Da aus den oben beschriebenen Versuchen hervorgeht, dass aus den entfetteten, fein zerriebenen Kernen schon bei einer

Temperatur von 45—50° sowohl durch 95 %igen als auch durch absoluten Alkohol viel Rohrzucker gelöst wurde, so durfte man hoffen, diesen Zucker aus jenem Material durch siedenden 95 %igen Alkohol vollständig extrahieren zu können; es war ferner anzunehmen, dass bei dieser Extraktion das andere Kohlehydrat nur zum Teil in Lösung ging. Wir behandelten daher eine abgewogene Quantität der entfetteten Kerne zweimal mit siedendem 95 %igem Alkohol. Die vereinigten Extrakte wurden der Destillation unterworfen, der dabei verbliebene Rückstand mit Wasser behandelt, die Lösung mit einer kleinen Menge von Bleiessig versetzt und sodann filtriert. Das Filtrat wurde zur Inversion des Rohrzuckers nach der in den Handbüchern sich findenden Vorschrift eine halbe Stunde lang mit Salzsäure erhitzt, hierauf neutralisiert und zur Glucose-Bestimmung nach dem gewichtsanalytischen Verfahren verwendet. Unter der Annahme, dass die vorgefundene Glucose ausschliesslich durch Inversion des Rohrzuckers entstanden war, berechnet sich für die fetthaltigen Kerne ein Gehalt von 6.25 % Rohrzucker.[1])

Bei Ausführung einer zweiten Bestimmung wurden die entfetteten Kerne zweimal mit 92 %igem Alkohol extrahiert. Den Auszug behandelten wir ganz ebenso, wie dies im ersten Versuch geschehen ist. Gefunden wurde ein Gehalt von 6.78 % Rohrzucker.[2])

Im zweiten Versuch ist also etwas mehr Rohrzucker gefunden worden als im ersten. Dies kann seinen Grund darin haben, dass in letzterem Versuche der Rohrzucker nicht ganz vollständig extrahiert worden ist; aber es ist auch möglich, dass

---

[1]) Analytische Belege. Angewendet wurden 3.790 g der entfetteten Kerne (wasserfrei in Rechnung gestellt). Der alkoholische Extrakt wurde eingedunstet, der Verdampfungsrückstand mit Wasser behandelt, die wässrige Lösung kurze Zeit mit Salzsäure erhitzt, dann neutralisiert und auf 85 ccm gebracht. a) 17 ccm dieser Flüssigkeit gaben 0.230 g Kupfer = 0.1175 g Rohrzucker = 15.5 % Rohrzucker. b) 8.5 ccm der gleichen Flüssigkeit gaben 0.1140 g Kupfer = 0.0575 g oder 15.2 % Rohrzucker. Für die Trockensubstanz der fetthaltigen Kerne berechnet sich daraus der oben angegebene Rohrzuckergehalt.

[2]) Angewendet wurden 3.79 g entfettete Kerne (wasserfrei in Rechnung gestellt). Die Lösung wurde nach dem Erhitzen mit Salzsäure und nach der Neutralisation auf 103 ccm gebracht. a) 10.8 ccm dieser Flüssigkeit gaben 0.1260 g Kupfer = 0.06325 g oder 16.67 % Rohrzucker. b) 10.8 ccm der gleichen Flüssigkeit gaben das gleiche Resultat. Für die Trockensubstanz der fetthaltigen Kerne berechnet sich daraus das oben angegebene Resultat.

im zweiten Versuche, bei Verwendung von etwas schwächerem Alkohol etwas mehr von dem neben Rohrzucker vorhandenen Kohlehydrat in Lösung gegangen war. Wie gross der Einfluss war, den das Vorhandensein dieses anderen Kohlehydrats auf den Ausfall der Rohrzucker-Bestimmung ausübte, lässt sich selbstverständlich nicht genau angeben. Gesetzt aber, dass ein Teil dieses Kohlehydrats zugleich mit dem Rohrzucker in Lösung ging, so ist doch möglich, dass es bei dem behufs Inversion des Rohrzuckers vorgenommenen kurzen Erwärmen des Extrakts mit Salzsäure nur zum geringen Teil in Glucose übergeführt wurde. Sind also die bei der Rohrzucker-Bestimmung erhaltenen Resultate auch nicht einwandfrei, so können sie doch immerhin zeigen, dass der Rohrzuckergehalt der Kerne ein nicht unbeträchtlicher ist.

Vergleicht man die für den Rohrzuckergehalt gefundene Zahl mit dem Gehalt der Kerne an wasserlöslichen stickstofffreien Stoffen (9.26 %), so ergibt sich, dass nur ein Teil der letzteren aus Rohrzucker bestand. Dieser Umstand kann noch zur Bestätigung der Annahme dienen, dass neben Rohrzucker noch ein anderes lösliches Kohlehydrat sich vorfand. Denn man wird kaum irren, wenn man annimmt, dass jene wasserlöslichen stickstofffreien Stoffe in der Hauptsache Kohlehydrate waren.

Für die Annahme, dass neben Rohrzucker noch ein in Alkohol schwerer lösliches Kohlehydrat sich vorfand, sprechen aber auch noch die Ergebnisse des folgenden Versuchs: Wir behandelten den Rückstand, welcher beim Erhitzen der entfetteten Kerne mit 92 %igem Alkohol geblieben war, mit Wasser, versetzten den vom Ungelösten durch Filtration getrennten Auszug mit so viel Schwefelsäure, dass die Flüssigkeit ca. $2^1/_2$ % dieser Säure enthielt, und kochten letztere sodann einige Stunden lang am Rückflusskühler. Diese Flüssigkeit reduzierte, nach dem sie mit Natronlauge neutralisiert worden war, stark die FEHLINGsche Lösung. Da man wohl annehmen darf, dass durch die Behandlung mit 92 %igem Alkohol der Rohrzucker vollständig entfernt worden war, so muss die in dem beschriebenen Versuche beobachtete Reduktion der FEHLINGschen Lösung auf Rechnung eines anderen Kohlehydrats gesetzt werden.

Schliesslich prüften wir auch noch, ob ein wässriger Extrakt aus den entfetteten Kernen beim Erhitzen mit Salpetersäure

Schleimsäure lieferte. Zu diesem Zwecke wurde ein solcher Extrakt mit Bleiessig versetzt, der dadurch erzeugte Niederschlag durch Filtration entfernt, das Filtrat mittels Schwefelwasserstoff vom Blei befreit und sodann zum Sirup eingedunstet. Diesen Sirup erhitzten wir mit Salpetersäure vom spezifischen Gewicht 1.15. Aus der dabei erhaltenen Lösung schied sich nach längerem Stehen Schleimsäure ab, jedoch nur in kleiner Quantität. Sie löste sich in verdünnter Natronlauge und liess sich durch Zusatz von Salpetersäure aus dieser Lösung wieder zur Abscheidung bringen; ihr Schmelzpunkt lag bei 214°. Aus diesen Beobachtungen ist zu schliessen, dass die Kerne ein in Wasser lösliches Kohlehydrat enthielten, aus dem bei der Hydrolyse Galaktose entstand.

Neben den im vorigen aufgeführten Kohlehydraten sind als Bestandteile der Kerne noch Hemicellulosen zu nennen. Dieselben konnten sowohl unter dem Mikroskop[1]) als auch durch makrochemische Untersuchung nachgewiesen werden. Wenn man die entfetteten und zerriebenen Kerne durch Behandlung mit kalter 0.2 $^0/_0$iger Natronlauge soweit als möglich von den Eiweissstoffen befreit und sie sodann noch mit Wasser, Alkohol und Äther auswäscht, so bleibt ein Rückstand, dessen Trockengewicht ungefähr 10 $^0/_0$ vom Gewicht der frischen Kerne beträgt. Eine Probe dieses Rückstands gab beim Erhitzen mit Phloroglucin und verdünnter Salzsäure eine kirschrote Flüssigkeit; ferner gab dieser Rückstand beim Erhitzen mit Salzsäure ziemlich viel Furfurol. Die Quantität des letzteren wurde nach der von Tollens gegebenen Vorschrift bestimmt. Unter der Voraussetzung, dass dieses Furfurol ausschliesslich aus Pentosanen entstanden war, berechnet sich der Pentosangehalt jenes Rückstandes auf 14.9 $^0/_0$;[2]) die frischen Kerne würden demnach ungefähr 1.5 $^0/_0$ Pentosan enthalten haben.

Eine andere Portion der entfetteten Kerne wurde, nachdem sie zuvor mit 0.2 $^0/_0$iger Natronlauge behandelt und dann ausgewaschen worden war, zur Entfernung des Stärkemehls mit Malzextrakt auf 60° erwärmt, dann genügend mit Wasser ausgewaschen. Den dabei verbliebenen Rückstand erhitzten wir,

[1]) Ich verweise auf die über die Resultate der mikroskopischen Untersuchungen weiter oben gemachten Mitteilungen.

[2]) 2.187 g Substanz gaben 0.353 g Phloroglucid = 0.1848 g Furfurol = 0.3278 g Pentosan.

um die Hemicellulosen in Lösung zu bringen, einige Stunden lang mit 3 %iger Schwefelsäure. Nachdem die vom Ungelösten abfiltrierte Flüssigkeit noch eine Zeitlang zum Sieden erhitzt worden war, wurde sie mit Hilfe von Baryt von der Schwefelsäure befreit und hierauf zum Sirup eingedunstet. Letzteren erhitzten wir sodann mit Weingeist, wobei er zum grössten Teil in Lösung ging. Die wässrige Lösung des beim Verdunsten der weingeistigen Flüssigkeit verbliebenen Rückstandes reduzierte stark die Fehlingsche Lösung. Wir erhitzten nun, um auf das Vorhandensein von Galaktose zu prüfen, diesen Rückstand nach der Vorschrift von Tollens mit verdünnter Salpetersäure.

Dabei erhielten wir eine kleine Quantität von Schleimsäure; zur Identifizierung der letzteren diente ihr Schmelzpunkt (213—214°).

Aus diesen Versuchen ist zu schliessen, dass in den Kernen ein Pentosan und ein Galaktan als Bestandteile der Zellwandungen sich vorfanden.

Die Kerne der Arvensamen schliessen also verschiedenartige Kohlehydrate ein. Neben Stärkemehl fand sich Rohrzucker in ansehnlicher Quantität vor; diese Zuckerart wurde von mindestens einem anderen wasserlöslichen Kohlehydrat begleitet. Die Zellwandungen der Kerne enthalten neben Cellulose auch Hemicellulosen; ein Pentosan und ein Galaktan konnten nachgewiesen werden.

Organische Säuren.

Wenn man die entfetteten Kerne mit kaltem Wasser extrahiert und den filtrierten Auszug mit Bleizucker oder Bleiessig versetzt, so erhält man einen ziemlich starken, weissen Niederschlag. Derselbe wurde abfiltriert, mit kaltem Wasser gewaschen, sodann in Wasser verteilt und durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Nachdem die vom Schwefelblei abfiltrierte saure Flüssigkeit im Wasserbade etwas eingeengt worden war, wurde sie mit Strontiumhydroxyd neutralisiert, wobei eine Fällung entstand. Die von dieser Fällung abfiltrierte Flüssigkeit lieferte beim Eindunsten eine dem Anschein nach kristallinische Ausscheidung, welche abfiltriert wurde; das Filtrat gab bei weiterem Einengen noch ein neues Quantum der gleichen Substanz. Dieses Produkt glich im Aussehen der Ausscheidung, die man erhält, wenn man eine verdünnte wässrige Zitronensäurelösung in der gleichen

Weise behandelt. Die aus dieser Strontiumverbindung mit Hilfe von Schwefelsäure in Freiheit gesetzte Säure gab die von O. v. SPINDLER[1]) beschriebene Reaktion auf Zitronensäure. Diese Reaktion beruht auf dem Verhalten der Zitronensäure gegen Quecksilbersulfat und Bichromatlösung.

Die bei Zerlegung des Bleiniederschlags erhaltene saure Lösung schien auch ein wenig Oxalsäure zu enthalten; sie gab, unter geeigneten Bedingungen mit Chlorcalcium versetzt, eine geringe Quantität einer in Wasser und in Essigsäure unlöslichen Fällung, die als Calciumoxalat angesprochen werden konnte.

Phosphorverbindungen.

Wir haben in den Kernen zweier Samenmuster den Phosphorgehalt bestimmt. In einem Falle wurden die entfetteten Kerne unter Zusatz von Soda und Salpeter verbrannt, der Rückstand zur Phosphorsäurebestimmung nach der Molybdänmethode verwendet; zu der so erhaltenen Quantität wurde noch die sehr kleine Phosphorsäuremenge addiert, die wir beim Verbrennen des Ätherextrakts erhielten. Im zweiten Falle wurde auf den Phosphorgehalt der Kerne ein Rückschluss aus der Phosphorsäuremenge gemacht, die wir in der beim Verbrennen der fetthaltigen Kerne ohne Alkalizusatz[2]) in einer Muffel dargestellten Asche fanden. Wir erhielten so folgende Zahlen:[3])

100 Teile der Trockensubstanz der Kerne enthielten:

a) 1.134 % P_2O_5 = 0.495 % P
b) 1.190 „ „ = 0.520 „ „

im Mittel 1.162 % P_2O_5 = 0.508 % P

---

[1]) Chemiker-Zeitung Jahrg. 28, S. 15 und 148.

[2]) Da die Kerne eine stark alkalisch reagierende Asche gaben, so musste es für gleichgültig angesehen werden, ob bei Darstellung der zur Phosphorsäurebestimmung zu verwendenden Asche ein Zusatz von Alkali gemacht wurde oder nicht.

[3]) Analytische Belege.

a)

Angewendet g Trockensubstanz	Gefunden g $Mg_2P_2O_7$	% P_2O_5
2.3058	0.0621	2.70
1.9190	0.0529	2.76

Da nun 100 Teile Kerne (wasserfrei) 40.7 Teile entfetteten Rückstand (wasserfrei) lieferten, so ergibt sich aus vorstehenden Zahlen für die Trockensubstanz der Kerne ein Phosphorsäuregehalt von 1.134 %.

b) Die analytischen Belege für die in der Asche ausgeführte Phosphorsäurebestimmung sind weiter unten zu finden.

Da man anzunehmen hat, dass alle in den Pflanzensamen sich vorfindenden phosphorhaltigen Stoffe Phosphorsäureverbindungen sind, so kann man aus den bei der Phosphorbestimmung erhaltenen Resultaten ebensogut den Phosphorsäure- wie den Phosphorgehalt des Untersuchungsobjektes berechnen.

Man glaubte bekanntlich früher, dass die Pflanzensamen stets anorganische Phosphate enthielten. Neuerdings wird dies in Zweifel gezogen. Auch N. Castoro und ich[1]) vermochten in einer Anzahl von Samen solche Phosphate nicht nachzuweisen. Wir bedienten uns dabei des folgenden Verfahrens: Die fein zerriebenen Samen wurden mit 1 %iger Salzsäure in der Kälte extrahiert, der Auszug mit Chlorcalcium und Ammoniak versetzt, der dadurch hervorgebrachte Niederschlag abfiltriert, ausgewaschen und sodann mit Ammoncitratsolution, durch welche bekanntlich sowohl frisch gefälltes Tricalciumphosphat wie Dicalciumphosphat gelöst werden, behandelt; die filtrierte Lösung wurde mit Chlormagnesiummischung versetzt. Dabei entstand kein Niederschlag von Ammonium-Magnesiumphosphat. Anorganische Phosphate konnten also auf diesem Wege in den von uns untersuchten Samen nicht nachgewiesen werden.[2]) Das gleiche Verfahren haben wir nun auf die entfetteten und zerriebenen Kerne der Arvensamen angewendet. Das Resultat war auch in diesem Falle negativ. Die Kerne waren also entweder ganz frei von anorganischen Phosphaten oder enthielten solche doch nur in sehr kleiner Menge.

Der Gehalt der Kerne an Lecithin berechnete sich aus dem Phosphorgehalt des ätherisch-alkoholischen Extraktes auf 0.99 %. Der Ätherextrakt hinterliess beim Verbrennen nur sehr wenig Phosphorsäure; das Lecithin fand sich also, wahrscheinlich in Verbindung mit einem Eiweissstoff, grösstenteils in dem in Äther unlöslichen Teile der Kerne vor. Zur Darstellung desselben diente die von E. Steiger, A. Likiernik und mir[3]) angegebene Methode. Die mit Hilfe von Äther so vollständig wie möglich entfetteten und sodann sehr fein zerriebenen Kerne wurden mit absolutem Alkohol, in einem zweiten Versuche mit 95 %igem Alkohol, bei einer Temperatur von ca. 50° C. extra-

---

[1]) Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 41, S. 477.

[2]) In etiolierten Keimpflanzen konnten wir mit Hilfe dieses Verfahrens anorganische Phosphate nachweisen.

[3]) Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 15, S. 405.

hiert, die filtrierten Auszüge in gelinder Wärme eingedunstet. Den Verdampfungsrückstand, der auch Rohrzucker in beträchtlicher Menge enthielt (wie weiter oben schon angegeben worden ist) behandelten wir mit Äther unter Zusatz von etwas Wasser. Die ätherische Lösung wurde in einem Scheidetrichter wiederholt mit Wasser durchgeschüttelt. Dabei entstanden Emulsionen, die sich nur langsam wieder trennten; um die Scheidung zu beschleunigen, wurde etwas Kochsalz zugefügt. Die von der wässrigen Schicht getrennte ätherische Lecithinlösung wurde zur Entfernung des aufgenommenen Wassers mit wasserfreiem Natriumsulfat behandelt und sodann eingedunstet. Dabei blieb eine gelblich gefärbte Substanz zurück, die sich in Äther und in heissem Alkohol löste, dagegen in Methylessigester und in Aceton unlöslich oder sehr schwer löslich war; die Substanz stimmte also in ihren Löslichkeitsverhältnissen mit Lecithin überein. Sie gab beim Verbrennen einen an Phosphorsäure reichen Rückstand. Ihre Lösung in Alkohol gab mit alkoholischer Chlorcadmiumsolution eine weisse Fällung. Um nun den völlig sicheren Beweis dafür zu liefern, dass diese Substanz Lecithin war, wurde noch untersucht, ob sie beim Erhitzen mit Barytwasser die Spaltungsprodukte des Lecithins, nämlich Glycerinphosphorsäure, Cholin und Fettsäuren lieferte. Bei Ausführung des bezüglichen Versuchs setzten wir einer ätherisch-alkoholischen Lecithinlösung eine heisse wässrige Lösung von Baryumhydroxyd (ca. 6 Teile $BaOH_2 + Aq.$ auf 1 Teil Lecithin) zu, erhitzten die Flüssigkeit zuerst zum Verjagen des Äthers im Wasserbade, dann 2 Stunden lang am Rückflusskühler. Nach dem Erkalten wurde die Flüssigkeit durch Filtration von den unlöslichen Baryumseifen getrennt, sodann mit Hilfe von Kohlensäure vom überschüssigen Baryumhydroxyd befreit und nun im Wasserbade eingedunstet (das währeud des Eindunstens ausgeschiedene Baryiumcarbonat wurde durch Filtration entfernt). Den Verdampfungsrückstand behandelten wir, um das Cholin in Lösung zu bringen, wiederholt mit absolutem Alkohol. Der dabei ungelöst gebliebene Teil des Rückstandes zeigte das Verhalten des glycerinphosphorsauren Baryums; er gab beim Verbrennen eine an Phosphorsäure reiche und auch barythaltige Asche und entwickelte beim Erhitzen mit Kaliumbisulfat den Geruch nach Acrolein. Die bei Behandlung jenes Verdampfungsrückstandes mit absolutem Alkohol erhaltene Lösung wurde eingedunstet,

der Verdampfungsrückstand mit einigen Tropfen Salzsäure versetzt, wobei Fettsäuren in sehr kleiner Menge sich ausschieden. Die von letzteren abfiltrierte Flüssigkeit wurde wieder eingedunstet, der Verdampfungsrückstand in Alkohol aufgenommen, die Lösung mit einer alkoholischen Platinchloridsolution vermischt. Dabei entstand ein gelblicher Niederschlag, der nach dem Abfiltrieren in Wasser gelöst wurde; aus der eingeengten Lösung kristallisierte in orangeroten Tafeln ein Chloroplatinat, das im Aussehen mit Cholinplatinchlorid übereinstimmte. Bei der Zerlegung mittels Schwefelwasserstoff lieferte es ein in feinen Nadeln kristallisierendes, zerfliessliches, in kaltem absolutem Alkohol lösliches salzsaures Salz. Dasselbe gab in wässriger Lösung die Reaktionen des Cholinchlorids, und zwar:

Mit Phosphorwolframsäure weisse Fällung.
„ Phosphormolybdänsäure gelbe Fällung.
„ Kaliumquecksilberjodid gelbe Fällung.
„ Kaliumwismutjodid rote Fällung.
„ Jodjodkalium braune Fällung.
„ Goldchlorid gelbe Fällung, löslich in heissem Wasser.

Das Golddoppelsalz schmolz im Kapillarröhrchen gleichzeitig mit einem Cholingoldchloridpräparat unserer Sammlung.

Diese Versuchsergebnisse führen zu der Schlussfolgerung, dass das vorliegende salzsaure Salz Cholinchlorid war.

Die wässrige Lösung, in welcher das glycerinphosphorsaure Baryum und das Cholin sich vorfanden, wurde, wie oben erwähnt worden ist, durch Filtration von den unlöslichen Baryumseifen getrennt. Letztere wurden durch Erhitzen mit verdünnter Salzsäure zerlegt, die dabei in Freiheit gesetzten Fettsäuren in Äther gelöst. Beim Verdunsten der ätherischen Lösung blieben diese Säuren als eine flüssige, beim Erkalten fest werdende Masse zurück. Eine nähere Untersuchung derselben ist nicht erfolgt.

Aus den im vorigen gemachten Mitteilungen ist zu ersehen, dass die von uns für Lecithin erklärte Substanz beim Erhitzen mit Barytwasser Produkte gab, wie sie aus dem Lecithin stets erhalten werden.

Wir haben nun noch den Phosphorgehalt dieses Lecithinpräparates bestimmt, nachdem letzteres zur Entfernung von etwa noch beigemengtem fetten Öl mit Aceton behandelt worden war. Dabei erhielten wir folgendes Resultat:

0.4702 g Substanz (zuerst über Schwefelsäure, dann kurze Zeit bei 80—90° getrocknet) gaben 0.0608 g $Mg_2P_2O_7$ = 0.01693 g oder 3.60 % Phosphor.

Diese Zahl liegt den für den Phosphorgehalt des Dioleyllecithins und Distearyllecithins angegebenen Zahlen (3.86 bezw. 3.84 %) nahe.

Durch die von E. Winterstein und O. Hiestand[1]) in unserem Laboratorium ausgeführten Untersuchungen ist nachgewiesen worden, dass häufig das Lecithin in Verbindung mit einem Kohlehydrat in den Pflanzen vorkommt; erhitzt man die bezüglichen Lecithinpräparate mit 6 %iger Schwefelsäure, so wird das Kohlehydrat abgespalten; man erhält dann eine die Fehlingsche Flüssigkeit reduzierende Lösung. Mit Rücksicht auf diese Beobachtungen war es von Interesse, das aus den Kernen der Arvensamen dargestellte Lecithin in der gleichen Weise auf einen Kohlehydratgehalt zu untersuchen. Das Resultat war aber in diesem Falle negativ.

Was die Ausbeute an Lecithin betrifft, die wir bei Verarbeitung der Kerne erhielten, so lieferten 320 g Kerne fast 3 g Lecithin (Rohprodukt). Diese Ausbeute entspricht ungefähr der oben schon angegebenen Zahl, die wir bei der quantitativen Bestimmung des Lecithingehalts der Kerne erhielten.

Der Lecithingehalt der Kerne ist aus dem Phosphorgehalt des ätherisch-alkoholischen Extraktes berechnet worden; dieser Gehalt betrug 0.038 %, angegeben in Prozenten der Trockensubstanz der Kerne. Da diese Trockensubstanz im ganzen 0.508 % Phosphor enhielt, so ergibt sich, dass nur ein relativ kleiner Teil dieses Phosphors, nämlich 7.5 %, auf Lecithin, weitaus der grösste Teil dagegen auf andere Substanzen fiel. Von diesen anderen Substanzen ist zunächst das Phytin zu nennen. Mit diesem Namen hat S. Posternak eine zuerst auf Veranlassung W. Palladins von E. Winterstein und mir,[2]) später auch von ihm[3]) (loc. cit.) untersuchten Bestandteil der Pflanzensamen bezeichnet. Wenn man fein gepulverte Pflanzensamen mit 10 %iger Kochsalzlösung behandelt, den Auszug bis zum Koagulieren der in Lösung gegangenen Eiweissstoffe erhitzt, das Koagulum durch Filtration entfernt und das klare Filtrat wieder auf 90

[1]) Zeitschrift für physiolog. Chemie Bd. 47, S. 496.
[2]) Ebenda Bd. 22, S. 90.
[3]) Comptes rendus S. 137.

bis 100° erhitzt, so scheidet sich aus letzterem in kleiner Menge eine weisse Substanz aus, die sich beim Erkalten der Flüssigkeit nach und nach wieder auflöst; sie scheidet sich wieder aus, wenn man die Lösung wieder erhitzt. Diese Substanz ist das Phytin. Sie ist das Calciummagnesiumsalz einer gepaarten Phosphorsäure und liefert nach den von E. WINTERSTEIN[1]) ausgeführten Versuchen bei der Spaltung durch Salzsäure Inosit ($C_6H_{12}O_6$). S. POSTERNAK (loc. cit.), der diese Substanz nach einem anderen Verfahren aus Pflanzensamen darstellte, hält sie für Anhydrooxymethylendiphosphorsäure, zusammengesetzt nach der empirischen Formel $C_2H_8P_2O_9$. Zur Bezeichnung dieser Substanz gebraucht man jetzt wohl allgemein den kürzeren Namen Phytin, welcher, wie oben schon erwähnt worden ist, von S. POSTERNAK gegeben wurde. Ohne Zweifel ist das Phytin identisch mit dem Hauptbestandteil der Globoide, die von W. PFEFFER in vielen Pflanzensamen gefunden und von ihm als das Calciummagnesiumsalz einer gepaarten Phosphorsäure erkannt wurden.

Das Vorhandensein von Phytin in den Kernen der Arvensamen war leicht nachzuweisen. Wenn man den eiweisshaltigen Extrakt, der bei Behandlung der zerriebenen Kerne mit 10 %-iger Kochsalzlösung erhalten wird, bis zum Koagulieren der Eiweissstoffe erhitzt, nach dem Erkalten filtriert und das Filtrat wieder erhitzt, so scheidet sich eine weisse Substanz aus, die nach dem Erkalten wieder in Lösung geht. Durch Erhitzen wieder zur Abscheidung gebracht, auf einem Heisswassertrichter abfiltriert und getrocknet, bildet sie ein weisses Pulver, das beim Verbrennen eine an Phosphorsäure reiche Asche liefert. Diese Asche wurde in Salzsäure gelöst, die Lösung in bekannter Weise durch Erhitzen mit Eisenchlorid und Natriumacetat von der Phosphorsäure befreit. Das Filtrat vom Eisenniederschlag gab mit oxalsaurem Ammon Calciumreaktion; aus dem Filtrat vom Calciumoxalat schied sich nach Zusatz von Ammonphosphat Ammonium-Magnesiumphosphat aus. Die Asche enthielt also neben Phosphorsäure Calcium und Magnesium. Die in der beschriebenen Weise erhaltene Substanz kann demnach für Phytin erklärt werden, dessen Vorhandensein in den Koniferensamen übrigens früher schon nachgewiesen worden ist.

---

[1]) Berichte der Deutschen chem. Gesellschaft Bd. 30, S. 2299.

Die bei Verarbeitung des Kochsalzextraktes erhaltene Ausbeute an Phytin betrug nur 0.4 % vom Gewicht der Kerne; es ist anzunehmen, dass in Wirklichkeit mehr Phytin vorhanden war. Wir suchten darüber mit Hilfe der von S. Posternak angegebenen Methode Aufschluss zu gewinnen. Diese Methode besteht darin, dass man das zerkleinerte Untersuchungsobjekt mit verdünnter Salzsäure behandelt, den Auszug zuerst mit Natriumacetat, dann mit Kupferacetat versetzt; der durch letzteres Reagens hervorgebrachte Niederschlag wird nach dem Abfiltrieren und Auswaschen mit Schwefelwasserstoff zersetzt, die vom Schwefelkupfer abfiltrierte Lösung eingedunstet, der Verdampfungsrückstand unter Zusatz von Soda und Salpeter verbrannt und sodann zur Phosphorsäurebestimmung verwendet. Wir erhielten nach diesem Verfahren schwankende Resultate; die im Kupferniederschlag in Maximo gefundene Phosphormenge betrug 0.212 % vom Gewicht der Trockensubstanz der Kerne. Unter der Voraussetzung, dass diese Zahl einwandfrei ist, würde die Trockensubstanz der Kerne ungefähr 1 % Phytin enthalten und es würden auf diese Verbindung etwas mehr als 40 % der im ganzen in den Kernen enthaltenen Phosphormenge entfallen.

In anderen Versuchen versetzten wir den bei Behandlung der entfetteten Kerne mit Salzsäure erhaltenen Auszug zuerst mit Natriumacetat, dann zur Ausfällung von Proteinstoffen mit Tannin; die vom Tanninniederschlag abfiltrierte Lösung wurde eingedunstet, der Verdampfungsrückstand nach dem Verbrennen unter Soda- und Salpeterzusatz zur Phosphorsäurebestimmung verwendet. Auch in diesen Versuchen erhielten wir schwankende Resultate. Die in jenem Rückstande gefundene Phosphormenge betrug in Maximo 0.228 % vom Gewicht der Trockensubstanz der Kerne. Nimmt man an, dass diese Phosphormenge dem Phytin angehörte, so würde der Gehalt der Kerne an dieser Verbindung ungefähr 1.1 % betragen und es würden auf dieselbe ungefähr 44 % der im ganzen in den Kernen enthaltenen Phosphormenge entfallen.

Wir sind der Ansicht, dass es neuer Versuche und einer Verbesserung der Methode bedarf, um über den Phytingehalt der Kerne mit Sicherheit Aufschluss gewinnen zu können.

Da nicht zu bezweifeln ist, dass in den Kernen auch Nuclein sich findet, so war es von Interesse, den Phosphorgehalt des Rückstandes zu bestimmen, der bei Behandlung der

entfetteten Kerne mit Pepsin und Salzsäure übrig blieb. Wir liessen die Einwirkung des Pepsins unter den gleichen Bedingungen sich vollziehen, wie in den im Abschnitt „Proteinstoffe“ weiter oben beschriebenen Versuchen. Der dabei verbliebene Rückstand wurde nach dem Abfiltrieren und Auswaschen unter Zusatz von Soda und Salpeter verbrannt, das Produkt zur Phosphorsäurebestimmung nach der Molybdänsäuremethode verwendet. Wir gelangten zu folgenden Resultaten:

a) 2.0965 g entfettete Kerne gaben 0.0098 g $Mg_2P_2O_7 = 0.00625$ g oder 0.299 % P_2O_5.
b) 2.0413 g entfettete Kerne gaben 0.0084 g $Mg_2P_2O_7 = 0.00535$ g oder 0.262 % P_2O_5.

Da 100 Teile Kerne (wasserfrei) 40.7 Teile entfetteten Rückstand lieferten, so betragen die im Verdauungsrückstand vorgefundenen P_2O_5-Mengen 0.122 und 0.107 %, im Mittel 0.115 % der Trockensubstanz der Kerne. Da nun diese Trockensubstanz im ganzen 1.16 % P_2O_5 enthielt, so ergibt sich, dass nur ungefähr 10 % der Phosphorsäure sich noch im Verdauungsrückstand vorfanden.

Ein Versuch, den wir später in der gleichen Weise mit den Kernen eines andern Samenmusters ausführten, gab ein höheres Resultat, trotzdem dass wir in diesem Falle den Verdauungsrückstand nicht nur mit Wasser, sondern zur Entfernung eines etwa noch vorhandenen Restes des Lecithins auch noch mit Alkohol und Äther auswuschen. Wir erhielten in diesem Versuche folgendes Resultat:

2.2958 g entfettete Kerne gaben 0.0184 g $Mg_2P_2O_7 = 0.0117$ g oder 0.51 % P_2O_5. Diese P_2O_5-Menge beträgt 0.208 % vom Gewicht der Trockensubstanz der Kerne.

Es scheint, dass in diesem Versuche das Enzym nicht so energisch eingewirkt hat, wie in den beiden anderen Versuchen.

Aus den im vorigen gemachten Mitteilungen ist zu ersehen, dass in den Kernen anorganische Phosphate entweder ganz fehlten oder doch nur in sehr geringer Menge sich vorfanden; man hat also anzunehmen, dass die in ansehnlicher Quantität vorhandene Phosphorsäure ausschliesslich oder fast ausschliesslich mit organischen Komplexen verbunden war. Neben Nuclein fanden sich Lecithin und Phytin vor; ob neben diesen Substanzen noch andere Phosphorverbindungen in den Kernen enthalten waren, bleibt ungewiss.

Aschenbestandteile.

In der Trockensubstanz der von N. RONGGER und mir (loc. cit.) untersuchten Kerne wurden 3.02 % Asche gefunden. Eine etwas niedrigere Zahl ergab sich für die Kerne eines später von uns untersuchten Samenmusters, wie aus folgenden Angaben zu ersehen ist:

45.5 g Kerne (wasserfrei) gaben	1.2566 g oder	2.77 % Asche.
18.2 „ „ „ „	0.5050 „ „	2.78 „ „
	Mittel:	2.78 % Asche.

Die Asche war reich an Kali und noch reicher an Phosphorsäure; Kalk und Magnesia fanden sich in weit geringerer Quantität vor. Neben diesen Bestandteilen enthielt die Asche noch geringe Mengen von Natron, Eisenoxyd, Schwefelsäure, Kieselsäure und Kohlensäure. Der wässrige Auszug der Asche reagierte stark alkalisch.

Die Analyse der Asche lieferte folgende Resultate:[1])

	100 Teile Asche enthielten
P_2O_5	42.82
K_2O	29.41
Na_2O	1.44
CaO	6.70
MgO	9.86
SiO_2	1.40
	91.63

Nicht bestimmt wurden Eisenoxyd, Schwefelsäure und Kohlensäure.

---

[1]) Analytische Belege. 1.2566 g Asche wurden in Salzsäure gelöst, die Lösung zur Abscheidung der Kieselsäure eingedunstet, der trockne Rückstand wieder in Salzsäure gelöst, die filtrierte Lösung auf 250 ccm gebracht. 50 ccm dieser Lösung gaben 0.1688 g $Mg_2P_2O_7$ = 42.82 % P_2O_5. 100 ccm der gleichen Lösung gaben 0.2448 g Chlorkalien; daraus wurden 0.7980 g Kaliumplatinchlorid = 0.2338 g Chlorkalium erhalten. Dies entspricht einem Gehalt der Asche von 29.41 g K_2O. Ferner gaben 1.2566 g Asche 0.0176 g SiO_2.

Zur Bestimmung des Kalks und der Magnesia wurden 0.5050 g Asche verwendet. Die von der Kieselsäure befreite salzsaure Lösung wurde mit Ammoniak bis zum Entstehen eines bleibenden Niederschlages, dann mit Essigsäure versetzt, hierauf durch Filtration vom essigsauren Eisen befreit; dann fällten wir das Calcium durch Ammonoxalat, aus dem Filtrat das Magnesium als Ammonium-Magnesiumphosphat. Wir erhielten 0.0338 g CaO (= 6.70 %) und 0.1429 g $Mg_2P_2O_7$ = 9.86 % MgO.

Auf einen hohen Phosphorgehalt der Asche konnte schon aus dem weiter oben mitgeteilten Resultat geschlossen werden, welches sich ergab, als wir die entfetteten Kerne unter Zusatz von Soda und Salpeter verbrannten und im Rückstande die Phosphorsäure bestimmten. Addiert man zu der in dieser Bestimmung gefundenen Zahl die sehr geringe Phosphorsäuremenge, welche im Ätherextrakt vorgefunden wurde, so ergibt sich für die Trockensubstanz der Kerne ein P_2O_5-Gehalt von 1.134 %. Da nun der Aschengehalt der Kerne 2.78 % betrug, so berechnet sich für die Asche ein P_2O_5-Gehalt von 40.80 %.

Für den Gehalt der Kerne an Aschenbestandteilen berechnen sich aus den im vorigen mitgeteilten Zahlen folgende Werte:

	100 Teile Kerne (wasserfrei) enthielten
P_2O_5	1.16 (Mittelzahl).
K_2O	0.82
Na_2O	0.04
CaO	0.19
MgO	0.27
SiO_2	0.04

Wie aus dem vorigen Abschnitt zu ersehen ist, findet sich die Phosphorsäure in den Kernen ausschliesslich oder fast ausschliesslich in Verbindung mit organischen Komplexen als Lecithin, Phytin usw. vor. Kalk und Magnesia sind teilweise, wahrscheinlich zum grössten Teile, Bestandteile des Phytins. Dass das Kali in den Kernen in Verbindung mit Zitronensäure und anderen organischen Säuren sich vorfindet, darf angenommen werden.

Zusammenfassung der bei den quantitativen Bestimmungen erhaltenen Resultate.

Bei Aufstellung der nachfolgenden Zusammenstellung sind von den bei Analyse der Kerne von N. RONGGER und mir erhaltenen Resultaten nur die für den Gehalt an Lecithin, an Rohfaser und an Asche gefundenen Zahlen verwendet worden, während die für den Fettgehalt erhaltene Zahl, da sie ungewöhnlich niedrig war, nicht berücksichtigt wurde; letzteres gilt auch für die von N. RONGGER und mir für Stärkemehl, für wasserlösliche stickstofffreie Extraktstoffe und für Proteinstoffe gefundenen Werte. Die Zahlen der Zusammenstellung sind grösstenteils abgerundet worden.

Die Trockensubstanz der Kerne enthielt:

Proteinstoffe	18.6—20.2	%
Organische Basen (Cholin und Arginin)	ca. 0.02	„
Fett (Glyceride)	58.6—60.3	„
Phytosterin	0.40	„
Lecithin	1.0	„
Phytin	wahrscheinlich ca. 1.0	„
Wasserlösliche stickstofffreie Stoffe	9.3	„
darunter Rohrzucker	wahrscheinlich ca. 6.0	„
Stärkemehl	5.1	„
Hemicellulosen	2.0—3.0	„
darunter Pentosan ca.	1.5	„
Rohfaser	1.2	„
Asche	2.8— 3.0	„

Zu den Zahlen der Zusammenstellung ist noch folgendes zu bemerken: Unter den 18.5—20.0 % Proteinstoffen fanden sich 2.0—2.5 % Globulin und fast die gleiche Menge eines in 0.1 bis 0.2 %iger Natronlauge unlöslichen Proteins vor. Von 100 Teilen des Gesamtstickstoffs fielen 6 Teile auf Stoffe, die in Pepsinsalzsäure unlöslich waren. Die für den Gehalt an Glyceriden angegebenen Zahlen wurden erhalten, indem vom Gewicht des Rohfettes ausser dem Phytosterin die in den Ätherextrakt übergegangene geringe Lecithinmenge abgezogen wurde; ob das Rohfett auch freie Fettsäuren einschloss, ist nicht entschieden worden. Die „wasserlöslichen stickstofffreien Stoffe“ schliessen ausser Rohrzucker ein anderes Kohlehydrat, sowie organische Säuren (Zitronensäure) ein. Die für den Hemicellulosegehalt angegebene Zahl wurde gefunden, indem man vom Gewicht der in Wasser unlöslichen stickstofffreien Stoffe Stärkemehl und Rohfaser abzog. Hinsichtlich der für den Gehalt der Trockensubstanz der Kerne an den einzelnen Aschenbestandteilen erhaltenen Zahlen verweise ich auf die auf S. 92 gegebene Zusammenstellung.

II. Die Samenhaut.

Wie schon oben erwähnt worden ist, besteht die Samenhaut aus dem Reste des Knospenkerns oder Nukleargewebes. Ihr Gewicht beträgt nicht viel mehr als 1 % vom Gewicht des ganzen Samenkornes. Mit Rücksicht auf diesen Umstand haben wir die Samenhaut weit weniger eingehend untersucht als die übrigen Teile des Samens.

Für die Zusammensetzung der lufttrocknen Samenhäute wurden folgende Zahlen gefunden:[1])

Wasser	10.33 %
Proteinstoffe (N × 6)	6.18 „
Fett (Ätherextrakt)	12.43 „
Nichtfettartige stickstofffreie Stoffe (Diff.)	69.20 „
Asche	1.85 „
	100.00 %.

Die Samenhäute sind also nicht besonders reich an Proteinstoffen, enthalten aber ziemlich viel Fett. Ihr Aschengehalt ist ziemlich gering. Sehr bedeutend ist ihr Gehalt an nichtfettartigen stickstofffreien Stoffen. Dass unter letzteren auch Hemicellulosen sich vorfanden, geht aus den weiter oben mitgeteilten Ergebnissen der mikroskopischen Untersuchung hervor und konnte auch durch makrochemische Versuche bewiesen werden. Über diese Versuche sind folgende Angaben zu machen: Die zerkleinerten Samenhäute wurden mit 0.2 %iger kalter Natronlauge behandelt, wobei eine stark braun gefärbte Lösung entstand (als diese Lösung mit Essigsäure neutralisiert wurde, bildete sich ein der Quantität nach nicht bedeutender, wahrscheinlich aus Eiweisssubstanz bestehender Niederschlag). Der bei dieser Extraktion verbliebene Rückstand wurde $3^1/_2$ Stunden lang mit 3 %iger Schwefelsäure gekocht, wobei ein ansehnlicher Teil dieses Rückstandes in Lösung ging. Die vom Ungelösten durch Filtration getrennte Lösung wurde noch 2 Stunden lang am Rückflusskühler gekocht, dann mit Hilfe von Baryt von der Schwefelsäure befreit und hierauf im Wasserbade zum Sirup eingedunstet. Eine Probe dieses Sirups reduzierte stark die FEHLINGsche Flüssigkeit. Als der Sirup mit verdünnter Salpetersäure unter Befolgung der von TOLLENS gegebenen Vorschrift oxydiert wurde, lieferte er Schleimsäure. Daraus darf man wohl schliessen, dass in diesem Sirup Galaktose enthalten war,

---

[1]) Analytische Belege. Fettbestimmung: 13 g lufttrockne Substanz lieferten 1.616 g = 12.43 % Fett (Ätherextrakt).

Stickstoffbestimmung: a) 0.6640 g entfettete Substanz lieferten 0.00831 g = 1.25 % N; b) 0.728 g entfettete Substanz lieferten 0.00812 g = 1.11 % N. Für die lufttrockne fetthaltige Substanz berechnet sich daraus ein Stickstoffgehalt von 1.03 %.

Aschenbestimmung: 1.6125 g Trockensubstanz lieferten 0.0332 g = 2.06 % Asche.

Wasserbestimmung: 2.3853 g lufttrockne Substanz verloren beim Trocknen 0.2465 g = 10.33 % an Gewicht.

entstanden durch Umwandlung eines in den Zellwandungen sich vorfindenden Galaktans. Ferner konnte in den Samenhäuten ein ansehnlicher Pentosangehalt nachgewiesen werden. Als eine kleine Probe dieser Häute unter Zusatz von Phloroglucin mit verdünnter Salzsäure erhitzt wurde, entstand eine kirschrote Lösung. Auch lieferten die Häute bei der Destillation mit starker Salzsäure Furfurol. Unter der Voraussetzung, dass dieses Furfurol ausschliesslich aus Pentosanen entstanden war, berechnet sich der Pentosangehalt der Samenhäute auf 13.2 %.[1])

Es ist bemerkenswert, dass die Samenhäute in ihrer Zusammensetzung von den Samenschalen stark abweichen (ich verweise auf die Zahlen, die für die Zusammensetzung der Schalen im Abschnitt III mitgeteilt werden). Ob die Bestandteile der Samenhäute bei der Keimung der Samen irgend eine Verwendung finden, das ist eine Frage, die ich nicht zu beantworten vermag.

III. Die Samenschale.

Auf die Samenschale fallen, wie früher schon angegeben worden ist, nicht weniger als 62—63 % vom Gewicht des ganzen Samenkorns. Die Samenschalen wurden mit Hilfe einer kräftig wirkenden Mühle in ein feines Pulver verwandelt, was ziemlich viel Arbeit verursachte.

Für die Zusammensetzung der Trockensubstanz dieser Schalen ergaben sich aus den von N. Rongger und mir ausgeführten Untersuchungen folgende Zahlen:

Rohprotein	0.84 %
Fett (Ätherextrakt)	1.18 „
Stickstofffreie Extraktstoffe	36.06 „
Rohfaser	61.12 „
Asche	0.80 „
	100.00 %.

Wie man aus diesen Zahlen ersehen kann, ist der Gehalt der Schalen an Protein und an Fett (Ätherextrakt) sehr niedrig. Es wurde ferner festgestellt, dass die Samenschalen kein Stärkemehl und keinen Zucker, auch kein Lecithin einschliessen. Bestimmt wurde auch noch der Gehalt der Schalen an wasserlöslichen stickstofffreien Stoffen; derselbe wurde gleich 1.45 % gefunden. Unter Berücksichtigung dieser Zahl lässt sich die

---

[1]) Analytische Belege. 2.1388 g Substanz lieferten 0.3063 g Phloroglucid = 0.161 g Furfurol.

Zusammensetzung der Schalentrockensubstanz auch in folgender Weise angeben:

Rohprotein	0.84 %
Fett (Ätherextrakt)	1.18 „
In Wasser lösliche stickstofffreie Stoffe	1.45 „
In Wasser und in Äther unlösliche stickstofffreie Stoffe	93.72 „
Asche	0.80 „
	100.00 %.

Um über die Beschaffenheit der in den Schalen enthaltenen Stoffe weiteren Aufschluss zu erhalten, wurden von uns noch einige Versuche angestellt; die dabei erhaltenen Ergebnisse teile ich im folgenden mit:

Ein grösseres Quantum der gepulverten Schalen wurde mit Äther extrahiert, der Auszug der Destillation unterworfen, der dabei verbliebene Rückstand verseift, die Seife mit Äther extrahiert; bei Ausführung der letzteren Operationen wurden die von E. Ritter[1]) gegebenen Vorschriften befolgt. Die bei Behandlung der Seife mit Äther erhaltene Lösung lieferte beim Verdunsten ein Produkt, welches nicht die Reaktion des Phytosterins gab. Vielleicht lag ein Wachsalkohol vor; doch genügte die Quantität, in der dieses Produkt gewonnen wurde, nicht für eine genauere Untersuchung.

Das vom Fett befreite Samenpulver wurde sodann mit Wasser extrahiert, der Auszug mit Bleiessig versetzt, der dadurch erzeugte Niederschlag abfiltriert, ausgewaschen und sodann durch Schwefelwasserstoff zersetzt. Die vom Schwefelblei abfiltrierte Lösung wurde im Wasserbade eingeengt. Diese Lösung enthielt allem Anschein nach einen Gerbstoff, denn sie färbte sich auf Zusatz von Eisenchlorid dunkel und gab mit Leimlösung eine Fällung. Als die Lösung mit Salzsäure eine Zeitlang gekocht wurde, schied sich eine rötliche Substanz aus. Ohne Zweifel aber war der Gerbstoff in dem Wasserextrakt nur in kleiner Menge enthalten.

Zu erwähnen ist ferner noch eine Beobachtung, die wir bei Untersuchung eines aus den gepulverten Samen dargestellten alkoholischen Extraktes machten. Dieser Extrakt wurde der Destillation unterworfen, der Destillationsrückstand mit Wasser behandelt, die filtrierte Lösung mit Bleiessig versetzt. Als der Bleiniederschlag in Wasser verteilt und sodann durch Schwefel-

[1]) Zeitschrift für physiologische Chemie 1902, Bd. 34, S. 430.

wasserstoff zersetzt wurde, resultierte eine Lösung, die ebenfalls einen Gerbstoff zu enthalten schien. Als diese Lösung im Wasserbade eingeengt wurde, schied sich schon während des Eindunstens eine braune Substanz aus, die nicht wieder in Lösung zu bringen war. Die Lösung schien also eine leicht veränderliche Substanz zu enthalten. Es ist vielleicht eine nicht ganz unwahrscheinliche Vermutung, dass hier ein Rest einer Substanz vorlag, die bei der Entwicklung der Schalen zur Bildung des in letzteren sich vorfindenden braunen Farbstoffs verwendet wurde.

Ferner ist zu erwähnen, dass das braune Schalenpulver sich schön rot färbte, wenn es eine Zeitlang mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure erhitzt wurde. Diese Färbung trat auch bei Proben ein, die vor dem Kochen mit Säure mit Wasser extrahiert worden waren. Über die Ursache dieser Erscheinung lässt sich zurzeit etwas Bestimmtes nicht aussagen.

Die meisten der im vorigen beschriebenen Versuche beziehen sich auf Stoffe, die in den Schalen nur in kleiner Menge enthalten waren, nämlich auf die Bestandteile des Äther-, Alkohol- und Wasserextraktes. Weitaus der grösste Teil der Schale besteht, wie aus den oben aufgeführten Zahlen zu ersehen ist, aus in Äther und in Wasser unlöslichen stickstofffreien Stoffen. Dass unter diesen Stoffen auch Hemicellulosen sich vorfanden, war schon aus den Ergebnissen der mikroskopischen Untersuchung zu schliessen. Um über die Quantität dieser Stoffe Aufschluss zu erhalten, wurden folgende Versuche angestellt: Das Samenpulver wurde zunächst mit kalter 0.1 %iger Natronlauge behandelt, dann mit Wasser bis zum Verschwinden der alkalischen Reaktion, hierauf mit Alkohol und Äther ausgewaschen und schliesslich getrocknet. Abgewogene Quantitäten des trocknen Pulvers wurden nun mit 3 %iger Schwefelsäure gekocht, der dabei verbliebene Rückstand abfiltriert, ausgewaschen, getrocknet und gewogen. So liess sich feststellen, wie gross die beim Kochen mit 3 %iger Schwefelsäure in Lösung gegangene Substanzmenge war. Wir erhielten folgende Zahlen:[1])

[1]) Analytische Belege. Angewendet wurden für jeden Versuch 2.00 g lufttrockne Substanz = 1.747 g wasserfrei. Der nach dem Kochen mit 3 %iger Schwefelsäure verbliebene Rückstand wurde abfiltriert, ausgewaschen, getrocknet und gewogen. Der Gewichtsverlust betrug:

nach 3 stündigem Kochen . .	0.4845 g	= 27.7 %,
„ 6 „ „ . .	0.5266 „	= 30.1 „
„ 9 „ „ . .	0.5530 „	= 31.6 „ .

Von der Trockensubstanz gingen in Lösung:

Bei 3stündigem Kochen	. . . . . .	27.7 %.
„ 6 „ „	. . . . . .	30.1 „
„ 9 „ „	. . . . . .	31.6 „

In diesen Versuchen wurden also durch die 3 %ige Schwefelsäure je nach der Dauer des Kochens 27.7—31.6 % der Trockensubstanz in Lösung gebracht. Es ist wahrscheinlich, dass bei längerer Fortsetzung des Kochens eine noch etwas grössere Substanzmenge gelöst worden wäre. Die Lösungen reduzierten stark die FEHLINGsche Flüssigkeit. Selbstverständlich kann nicht behauptet werden, dass durch die 3 %ige Schwefelsäure ausschliesslich Hemicellulosen gelöst worden sind; doch ist es wahrscheinlich, dass der beim Erhitzen mit solcher Säure eingetretene Substanzverlust vorzugsweise die Hemicellulosen betraf.

Um zu untersuchen, was für Zuckerarten bei der Hydrolyse der in den Schalen enthaltenen Hemicellulosen entstanden, wurde ein grösseres Quantum des zuvor mit 1 %iger Natronlauge, Wasser, Alkohol und Äther extrahierten Schalenpulvers 4 Stunden lang mit 5 %iger Schwefelsäure am Rückflusskühler gekocht,[1]) die vom Ungelösten durch Filtration getrennte Flüssigkeit noch 4 Stunden lang gekocht, sodann mit Hilfe von Baryt von der Schwefelsäure befreit und hierauf im Wasserbade zum Sirup eingedunstet. Der Sirup wurde wiederholt mit siedendem 95 %igem Alkohol behandelt, wobei er zum grossen Teil in Lösung ging (Lösung A). Der dabei verbliebene Rückstand wurde mit 80 %igem Weingeist in der Wärme behandelt. Dieser zweite alkoholische Auszug lieferte beim Verdunsten einen Sirup, der auch bei sehr langem Stehen nicht kristallisierte. Bei der Oxydation mit verdünnter Salpetersäure lieferte er eine reichliche Quantität von Schleimsäure, die durch Bestimmung ihres Schmelzpunktes (213—214°) identifiziert wurde. Daraus ist zu schliessen, dass jener Zuckersirup Galactose enthielt. Die Prüfung des Sirups auf Mannose gab ein negatives Resultat. Die alkoholische Lösung A (man vergl. oben) lieferte beim langsamen Verdunsten Kristallkrusten, die durch Aufstreichen auf eine Tonplatte von der Mutterlauge getrennt wurden. Bei Untersuchung dieses Produktes, welches beim Erhitzen mit Phloro-

---

[1]) Dieser Teil der Untersuchung ist von N. CASTORO ausgeführt worden. Über die dabei erhaltenen Resultate hat N. CASTORO in der Zeitschrift für physiologische Chemie Bd. 49, S. 100—103 bereits Bericht erstattet.

glucin und Salzsäure die Pentose-Reaktion gab, wurde im SOLEIL-VENTZKEschen Polarisationsapparat folgendes Resultat erhalten. Eine wässrige Lösung, die in 10 ccm 1 g Trockensubstanz enthielt, drehte im 200 mm-Rohr bei 20 ° C. nach 24 Stunden + 12 °, demnach ist:

$$[\alpha]_D = + 20.7°.$$

Der Zucker wurde nun aus verdünntem Weingeist umkristallisiert und sodann wieder im Polarisationsapparat untersucht. Dabei ergab sich folgendes Resultat: Eine wässrige Lösung, die in 20 ccm 2 g Substanz enthielt, drehte im 200 mm-Rohr bei 19 ° C. 11.6 ° nach rechts, demnach war

$$[\alpha]_D = + 20.0°.$$

Diese Zahl stimmt ziemlich gut mit dem Drehungsvermögen der Xylose überein. Für ganz reine Xylose ist $[\alpha]_D$ allerdings = + 18—19 ° gefunden worden; doch ergab sich, wie aus den in der Literatur sich findenden Angaben zu ersehen ist, häufig auch für öfters umkristallisierte Xylose-Präparate eine etwas höhere Zahl, nämlich $[\alpha]_D$ = ca. + 20 °, — ein Umstand, der sich wohl daraus erklärt, dass die Xylose schwer von einer kleinen Quantität beigemengter Arabinose zu befreien ist.

Eine Bestätigung der Annahme, dass Xylose vorlag, lieferte noch die Untersuchung des daraus dargestellten Osazons, welches bei 156—157 ° schmolz; diese Zahl stimmt mit dem Schmelzpunkt eines Osazons, welches in ganz gleicher Weise aus einem Xylosepräparat unserer Sammlung hergestellt worden war, überein.

Aus den im vorigen mitgeteilten Versuchsergebnissen ist zu schliessen, dass die in den Samenschalen enthaltenen Hemicellulosen bei der Hydrolyse Galactose und Xylose lieferten und dass also in den Schalen ein Galactan und ein Xylan sich vorfanden.

Wir haben auch den Pentosangehalt der Schalen bestimmt. Nach einer früher schon (l. c.) mitgeteilten Bestimmung enthielt die Trockensubstanz der Schalen 23 % Pentosan, berechnet aus der beim Erhitzen der Schalen mit Salzsäure entstandenen Furfurol-Quantität. Für später ausgeführte Bestimmungen verwendeten wir das zuvor mit 1 %iger Natronlauge, Wasser, Alkohol und Äther behandelte Schalenpulver — das Material also, welches auch zu den im vorigen beschriebenen Versuchen diente. Gesetzt, dass bei der Extraktion mit den genannten Lösungsmitteln gar kein oder nur wenig Pentosan in Lösung

gegangen war, so musste jenes Material mehr Pentosan enthalten, als in den ganzen Schalen gefunden worden war. Dies war auch in der Tat der Fall, wie aus den nachfolgenden Angaben zu ersehen ist:

a) 1.98 g Trockensubstanz gaben 0.5604 g Phloroglucid = 0.298 g Furfurol = 0.5408 g oder 27.31 % Pentosan.

b) 2.104 g Trockensubstanz gaben 0.6046 g Phloroglucid = 0.313 g Furfurol = 0.5688 g oder 27.04 % Pentosan.

Im Mittel wurden also in diesem Material 27.18 % Pentosan gefunden.

Es wurde nun auch noch der Pentosangehalt des Rückstandes bestimmt, der beim Kochen des zuvor mit 0.1 %iger Natronlauge, Wasser, Alkohol und Äther extrahierten Samenpulvers übrig geblieben war. Dabei wurde folgendes Resultat erhalten:

3.307 g Trockensubstanz gaben 0.3587 g Phloroglucid = 0.1872 g Furfurol = 0.3323 g oder 10.05 % Pentosan.

Die in diesem Rückstande gefundene Pentosanmenge beträgt 7 % vom Gewicht des mit 0.1 %iger Natronlauge, Wasser, Alkohol und Äther extrahierten Schalenpulvers (denn letzteres Material hatte beim Kochen mit 3 %iger Schwefelsäure 70 % Rückstand geliefert). Subtrahiert man diese 7 % von den 27.18 % Pentosan, die in jenem Material gefunden wurden, so ergibt sich, dass beim Kochen des letzteren mit 3 %iger Schwefelsäure ungefähr 20 % Pentosan in Lösung gegangen sind. Dieses Pentosan (Xylan) hatte dann bei der Hydrolyse die in der Zuckerlösung von uns vorgefundene Xylose geliefert. Da nun aus jenem Material durch die 3 %ige Schwefelsäure im ganzen ungefähr 30 % Substanz gelöst wurden, so sieht man, dass ungefähr $^2/_3$ dieser gelösten Substanzmenge aus Pentosan bestand und dass nur $^1/_3$ auf andere Stoffe (Galactan usw.) fällt. Daraus darf man schliessen, dass in der beim Kochen des Samenpulvers mit verdünnter Schwefelsäure erhaltenen Lösung mehr Xylose als Galactose sich vorfand, — eine Schlussfolgerung, welcher auch die in bezug auf die Ausbeute an diesen Zuckerarten gemachten Beobachtungen nicht widersprechen.

Der beim Kochen des Samenpulvers mit 3 %iger Schwefelsäure verbliebene Rückstand enthielt selbstverständlich Cellulose. Eine nach der Methode von F. SCHULZE ausgeführte Bestimmung ergab für die Schalentrockensubstanz einen Cellulosegehalt von 34 %. Vergleicht man diese Zahl mit derjenigen, die bei der Rohfaserbestimmung erhalten wurde (61.12 %), oder auch mit

dem Gewicht des beim Kochen des Schalenpulvers mit 3 %iger Schwefelsäure verbliebenen Rückstandes, so zeigt sich eine bedeutende Differenz. Dies kann nicht überraschen. Denn die Schalen enthielten ja zweifellos inkrustierende Substanzen in bedeutender Menge; ausserdem schliessen sie einen braunen Farbstoff ein, dessen Quantität wahrscheinlich ebenfalls nicht gering ist.

Eine sehr energische Einwirkung übt verdünnte Salpetersäure (vom spezifischen Gewicht 1.15) beim Erhitzen auf die zerkleinerten Schalen ein; mehr als die Hälfte vom Gewicht der letzteren löst sich darin unter Entwicklung gelbroter Dämpfe auf. Der hellgelbe Rückstand gab mit Jod und Schwefelsäure sehr schön die Cellulosereaktion und löste sich fast ganz in Kupferoxydammoniak; die von diesem Rückstand abfiltrierte Flüssigkeit erwies sich, nachdem sie zum Sirup eingedunstet worden war, als reich an Oxalsäure.[1]) Man wird annehmen dürfen, dass durch die heisse verdünnte Salpetersäure ausser den Hemicellulosen auch der braune Farbstoff, der in den Schalen sich vorfand, gelöst wurde.

N. Rongger und ich (loc. cit.) fanden in den Schalen nur 0.8 % Asche. Nicht viel geringer, nämlich = 0.78 %,[2]) war der Aschengehalt eines später von uns untersuchten Samenschalenmusters. Wir bestimmten in der Asche den Gehalt an Kali und an Phosphorsäure mit folgendem Resultat:[3])

100 Teile Asche enthielten:

K_2O	44.87 %.
P_2O_5	3.20 „

Der Gehalt an Kali war also sehr hoch, der Phosphorsäuregehalt dagegen sehr niedrig. Daneben wurden in der

---

[1]) Diese Versuche sind schon in dieser Zeitschrift Bd. 55, S. 297 in der früher zitierten Abhandlung beschrieben worden.

[2]) Die für diese Aschenbestimmung verwendeten Samenschalen wurden sorgfältig von anhängenden Samenhäuten und Teilen der Kerne, sowie auch durch Abwaschen von äusserlich anhängendem Staub befreit.

[3]) Analytische Belege. Kalibestimmung: 1.2302 g Asche wurden in Salzsäure gelöst, die Lösung zur Abscheidung der Kieselsäure eingedunstet, die trockne Masse wieder mit Salzsäure behandelt, die filtrierte Lösung auf 200 ccm gebracht. 100 ccm dieser Lösung gaben 0.3543 g Chloralkalien; letztere lieferten 1.1435 g Kaliumplatinchlorid = 0.3494 g Chlorkalium. Phosphorsäurebestimmung: 0.406 g Asche gaben 0.0202 g $Mg_2P_2O_7$. Die Bestimmung wurde nach der Molybdänsäuremethode ausgeführt.

Asche Natron, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd, Kieselsäure, Schwefelsäure, Salzsäure und Kohlensäure nachgewiesen.

Berechnet man unter Zugrundelegung der im vorigen mitgeteilten Zahlen, wieviel Kali und wieviel Phosphorsäure sich in 100 Teilen der Schalen-Trockensubstanz vorfinden, so gelangt man zu folgenden Werten.

Die Trockensubstanz der Schalen enthält:

K_2O . . . . . . 0.35 %.
P_2O_5 . . . . . . 0.025 „

Der Kaligehalt der Schalen beträgt also nur etwas mehr als 40 % von demjenigen der Kerne; die in den Kernen und in den Schalen enthaltenen Phosphorsäurequantitäten verhalten sich zueinander ungefähr wie 100 : 2. In welcher Verbindung sich das Kali in den Schalen vorfindet, ist uns nicht bekannt.

Zusammenfassung der Resultate.

Bei Ausführung der Untersuchung, deren Ergebnisse ich im vorigen mitgeteilt habe, wurden wir von dem Bestreben geleitet, die chemischen Bestandteile einer Pflanzensamen-Art so vollständig kennen zu lernen, als dies mit Hilfe der zurzeit zur Verfügung stehenden Mittel möglich ist. Als Objekt wählten wir die Arvensamen, weil diese nach den früher schon von N. Rongger und mir gemachten Versuchen als recht geeignet für eine solche Untersuchung angesehen werden mussten.

Der Kern (Keimling), die Samenhaut und die Samenschale wurden getrennt untersucht. Da im Kern diejenigen Stoffe sich finden, die bei der Entwicklung des Embryos eine Rolle spielen, so können vornehmlich die bei Untersuchung dieses Teils der Samen gemachten Befunde Interesse beanspruchen. Fast 60 % vom Gewicht der Trockensubstanz des Kerns bestanden aus Fett; nur bei einem der von uns untersuchten 5 Samenmuster war der Fettgehalt niedriger (= ca. 50 %). Das Fett zeigte eine sehr hohe Jodzahl und lieferte bei der Zerlegung ein Gemenge von Fettsäuren, welches auch bei monatelangem Stehen grösstenteils flüssig blieb. Das Fett schloss etwas Phytosterin und eine höchst geringe Menge von Lecithin ein. Fast die Hälfte des bei Entfettung der Kerne verbliebenen Rückstandes bestand aus Proteinstoffen. Mindestens 3 solche Stoffe waren vorhanden, nämlich ein Globulin und zwei in 10 %iger Kochsalzlösung unlösliche Proteine, von denen eines sich auch in 0.1 bis

0.2 %iger Natronlauge nicht löste. Das Globulin und die aus der alkalischen Lösung durch Essigsäure gefällte Proteinsubstanz lieferten bei der Spaltung durch Salzsäure sehr viel Arginin. Ob die von uns dargestellten Proteinpräparate einheitliche Substanzen waren oder nicht, ist, wie in anderen Fällen so auch hier fraglich. Organische Basen fanden sich in den Kernen nur in äusserst geringer Menge vor, doch konnten Cholin und Arginin bestimmt nachgewiesen werden. Was die Kohlehydrate betrifft, so fand sich neben Stärkemehl Rohrzucker in ansehnlicher Menge vor; diese Zuckerart wurde von mindestens einem anderen wasserlöslichen Kohlehydrat begleitet. In den Zellwandungen waren neben Cellulose auch Hemicellulosen enthalten; ein Galactan und ein Pentosan konnten nachgewiesen werden. Von organischen Säuren fand sich Zitronensäure vor, wahrscheinlich auch Oxalsäure. Die Erforschung der in den Kernen enthaltenen Verbindungen der Phosphorsäure mit organischen Komplexen liess sich nicht so weit durchführen, wie es bei dem hohen Interesse, das sich an diese Verbindungen knüpft, wünschenswert gewesen wäre. Doch konnten neben Nuclein Lecithin und Phythin nachgewiesen werden; ob dies aber die einzigen in den Kernen vorkommenden Phosphorsäureverbindungen solcher Art waren, liess sich nicht entscheiden. Die Asche der Kerne ist sehr reich an Phosphorsäure und auch reich an Kali, während Kalk und Magnesia sowie die übrigen Aschenbestandteile der Quantität nach stark zurücktreten.

Die Samenschale ist im Gegensatz zum Kern (Keimling) sehr arm an Stickstoffverbindungen, an Fett und an wasserlöslichen stickstofffreien Stoffen; sie besteht zum grössten Teil aus Cellulose, Hemicellulosen, inkrustierenden Stoffen und einem braunen Farbstoff. Die Hemicellulosen lieferten bei der Hydrolyse Galactose (nachgewiesen durch die Schleimsäurebildung) und Xylose; letztere Zuckerart wurde in ansehnlicher Menge erhalten und liess sich in Kristallen gewinnen. Unter den in Wasser löslichen Bestandteilen der Schalen fand sich Gerbsäure in kleiner Menge vor. Bei längerem Kochen mit verdünnter Schwefelsäure oder Salzsäure färbten sich die Schalen schön rot, eine Erscheinung, deren Ursache bis jetzt nicht aufgeklärt ist. Die Schalen hinterliessen beim Verbrennen nur eine geringe Aschenmenge. Die Asche war reich an Kali, aber sehr arm an Phosphorsäure. Die Samenhaut (Rest des Knospenkerns) ist weit reicher an

Fett und auch reicher an Protein als die Samenschale. Sie enthält Hemicellulosen; ein Galactan und ein Pentosan konnten nachgewiesen werden. Auf die Samenhaut entfällt nur 1 % vom Gewicht des ganzen Samenkornes.

Bemerkenswert ist die sehr grosse Verschiedenheit, die in bezug auf die chemische Zusammensetzung zwischen dem Kerne (Keimling) und der Samenschale sich zeigt. Während der Kern fettes Öl in sehr grosser Quantität, ferner Proteinstoffe, Stärkemehl, Rohrzucker und ein zweites wasserlösliches Kohlehydrat sowie Lecithin und Phytin enthält, finden sich solche Stoffe in der Samenschale teils gar nicht, teils nur in sehr geringer Quantität vor. Die Samenschale besteht zum allergrössten Teil aus in Wasser unlöslichen stickstofffreien Stoffen, wie Cellulose, Hemicellulosen, Lignin usw. Die Asche der Schale ist sehr arm an Phosphorsäure, während die Asche des Kerns sehr reich an diesem Bestandteil ist. Die Phosphorsäureverbindungen sind also demnach ebenso wie die übrigen für den Embryo wichtigen Stoffe in den Kernen abgelagert, während die Samenschale fast ausschliesslich aus minderwertigem Material aufgebaut ist.[1])

Bei Untersuchung eines Pflanzensamens ist im allgemeinen die qualitative Prüfung der leichtere, die ins einzelne gehende quantitative Analyse der schwierigere Teil der Aufgabe. So war es auch in diesem Falle; nicht alle von uns nachgewiesenen Bestandteile der Arvensamen konnten quantitativ bestimmt werden und einige der von uns angegebenen Quantitätszahlen sind nicht als ganz sicher hinzustellen. Trotzdem darf aber vielleicht behauptet werden, dass die in dieser Abhandlung mitgeteilten Bestimmungen ein ziemlich getreues Bild von der quantitativen Zusammensetzung der Arvensamen zu geben vermögen. Die Resultate dieser Bestimmungen hier noch einmal anzugeben, halte ich nicht für nötig, da ich auf die Zusammenstellungen verweisen kann, die am Schlusse des Abschnitts I und an mehreren andern Stellen dieser Abhandlung gegeben wurden.

---

[1]) Das oben Gesagte gilt selbstverständlich nur für die Zusammensetzung der reifen Samenschalen. Untersucht man die Schalen während ihrer Entwicklung, so wird man ohne Zweifel abweichende Resultate erhalten.

Mitteilung der Königl. landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Möckern.

Untersuchungen über die Zusammensetzung und Verdaulichkeit einiger Rückstände der ätherischen Ölfabrikation.

Von

Dr. F. HONCAMP (Ref.) und Dr. T. KATAYAMA.

Die Früchte fast aller Umbelliferen sind sehr aromatisch; sie enthalten meist reichlich ätherisches Öl und dienen daher in vielen Fällen als Gewürz von Speisen und Getränken der verschiedensten Art. In gleicher oder ähnlicher Weise vermögen sie wahrscheinlich auch, als Beimengung zum Futter gegeben, letzteres für die Tiere schmackhafter zu machen. Im allgemeinen scheinen nun die ätherischen Öle eine viel grössere Verbreitung im Pflanzenreich zu besitzen, als man gewöhnlich annimmt. Sie finden sich in den verschiedensten Pflanzenorganen, am häufigsten und reichlichsten aber in Blüten, Samen und Fruchtschalen, in geringer Menge dagegen in Blättern, Rinden, Wurzeln und im Holz, und zwar hier teils besondere Zellen und Gefässe ganz erfüllend, teils aber auch nur im gewöhnlichen Zellsaft gelöst. Über die Bildung der ätherischen Öle in den Pflanzen wissen wir z. Z. noch so gut wie nichts, offenbar entstehen jedoch diese Körper in verschiedener Weise. Wahrscheinlich werden sie im Innern des Protoplasten erzeugt, um fernerhin emulgiert zu bleiben oder zu homogenen Öl- oder Balsammassen zusammenzufliessen. Doch werden augenscheinlich auch Stoffe sezerniert, die sich erst ausserhalb des Protoplasten in ätherische Öle oder Balsame umwandeln. Dagegen scheint

es kaum zweifelhaft zu sein, dass manche derselben schon im Pflanzenkörper eine auf Oxydation beruhende weitere Verwandlung in Harze erleiden. Die ätherischen Öle werden übrigens von der Pflanzenzelle nicht wieder in den Stoffwechsel einbezogen, sind also als Produkte der rückgängigen Stoffveränderung, als Exkrete usw. anzusehen.

Für die technische Gewinnung des ätherischen Öles kommen hauptsächlich die Samen einer Reihe von Doldenpflanzen, wie Anis, Fenchel, Kümmel, dann aber auch die von Dill, Ajowan, Sellerie u. a. in Betracht.

Im allgemeinen wird nun das ätherische Öl in der Weise gewonnen, dass die Sämereien zunächst in einem Walzwerk zerquetscht und dann ohne Wasserzusatz in die Destillationsapparate gefüllt werden. Die Destillation selbst geschieht unter gewöhnlichem Atmosphärendruck, und zwar so, dass durch die auf einem Siebboden liegende Samenfüllung gespannter Wasserdampf geleitet wird, der alle nur einigermassen flüchtige Substanzen, und dies ist das ätherische Öl, verdampft und aus der Destillierblase in den Kühler schafft, wo dann der Mischdampf von Wasser und ätherischem Öl kondensiert wird. Da also bei dieser Gewinnungsweise weder eine Pressung noch eine Extraktion mit fettlösenden Mitteln vorgenommen wird, so verbleiben in diesen Extraktionsrückständen nicht nur im wesentlichen alle Bestandteile des angewendeten Rohmaterials, sondern im Gegensatz zu den meisten anderen Rückständen der Ölfabrikation auch die Hauptmenge des Fettes zurück.

Man hat nun auch den Samen dieser Gewürzpflanzen wie Anis, Koriander, Fenchel, Kümmel, Ajowan usw. nicht nur eine Reizwirkung auf die Milchdrüse nachgerühmt, sondern ihnen auch die Fähigkeit zugeschrieben, dass sie infolge ihres aromatischen Geruches und Geschmackes den Appetit der Tiere anregen, die Verdaulichkeit der Nahrung heben, überhaupt ganz allgemein anregend und fördernd auf das Gesamtwohlbefinden der Tiere zu wirken vermöchten. Diesen ihnen nachgerühmten Eigenschaften verdanken es auch wohl Koriander, Anis, Fenchel usw., dass sie seit Jahren bereits ein regelmässig wiederkehrender Bestandteil der Viehpulver und anderer Geheimmittel sind. In der Regel finden sich aber in diesen Fresspulvern nicht einmal die unversehrten Samen jener Gewürzpflanzen, sondern nur die extrahierten, von der Fabrikation

ätherischer Öle herrührenden Rückstände, denen aber im übrigen natürlich dieselben guten Eigenschaften angedichtet und die so der Landwirtschaft zu einem verhältnismässig viel zu hohem Preise angeboten werden. Nach den neuesten und umfangreichen Untersuchungen von G. Fingerling[1]) kann jedoch von derartig spezifischen Reizwirkungen jener Umbelliferensamen bezw. deren Rückstände nicht die Rede sein. Wohl lassen diese Versuche eine appetitanregende Wirkung von Fenchel, Anis usw. erkennen, doch war unter normalen Verhältnissen weder ein günstiger Einfluss auf die Verdaulichkeit des Futters noch auf die Milchsekretion festzustellen. Dagegen fand Fingerling, dass gemahlenem Fenchelsamen die appetitanregende Wirkung abzugehen oder doch nur in geringem Maſse zuzukommen scheint. Demgemäss werden also die extrahierten Rückstände noch viel weniger die ihnen nachgerühmten Eigenschaften besitzen.

Wir haben geglaubt, hierauf hinweisen zu müssen, um von vornherein einer ungerechtfertigten Ausbeutung unserer Arbeit zu Reklamezwecken für Viehpulver, Futterwürzen usw. vorzubeugen.

Die Rückstände wurden früher sämtlich in nassem Zustand, so wie sie aus der Destillierblase kamen, an die Landwirte abgegeben. Da sie in dieser Form jedoch mehr oder weniger schnell der Verderbnis anheimfielen, so ist man schon vor längerer Zeit dazu übergegangen, dieselben unter Benutzung künstlicher Wärme auszutrocknen und so in eine haltbare Ware zu verwandeln. Die Trocknung ist eine gleiche wie bei den Biertrebern und geschieht auch mittels ähnlicher Apparate. Ursprünglich wurden die Rückstände auch, um sie in eine leicht handlichere und transportablere Form zu bringen, in Kuchen gepresst, wobei noch ein Teil des fetten Öles gewonnen werden konnte. In dieser Form kamen namentlich abdestillierte Fenchel- und Kümmelsamen in den Handel, gegenwärtig werden jedoch die ausgedämpften Samen in losem Zustande, also fast in dem Aussehen der frischen Samen in den Handel gebracht.

Bei der Feststellung des Nährwertes dieser Rückstände nun, namentlich soweit es sich um die Bestimmung des verdaulichen Proteins sowie der Rohfaser nach der Weender Methode, dann auch der Fettextraktion durch Äther handelt, sind schon

[1]) Landw. Versuchs-Stationen 1905, Bd. 62, S. 11.

G. Kühn und P. Uhlitzsch auf gewisse Schwierigkeiten gestossen. Die oft sehr schlechte Übereinstimmung von nebeneinander angesetzten Bestimmungen legte zunächst den Gedanken nahe, dass das in den Rückständen reichlich enthaltene fette Öl möglicherweise die Ursache dieser Differenzen sein könnte. Entsprechende Untersuchungen von P. Uhlitzsch ergaben z. B. bei entfetteter Substanz ziemlich gut übereinstimmende Rohfaserbestimmungen, jedoch konnte der Genannte schon damals zeigen, dass das Fett als solches nicht die Ursache der Abweichung war, ebensowenig wie dies etwa der anatomische Bau der Samen hätte sein können. Wenn trotzdem aber nach den Beobachtungen von P. Uhlitzsch eine der Rohfaserbestimmung vorhergehende Extraktion des betreffenden Materiales wenigstens einigermassen einwandfreie Resultate lieferte, so ist dieser Einfluss in erster Linie auf den bei der Ätherextraktion mit in Lösung gehenden Balsam und andere Harze zurückzuführen, die in den Umbelliferenfrüchten gemeinsam mit dem ätherischen Öl die Balsamgänge derselben anfüllen. Wenn dann durch die Destillation des ätherischen Öles das Lösungsmittel der Harze entfernt wird, so trocknet zunächst das Harz ein, wird durch die darauffolgende Trocknung der Rückstände noch fester und leistet nun beim Kochen mit Schwefelsäure und Kalilauge hartnäckigen Widerstand.

Auch die bei den Verdaulichkeitsbestimmungen gemachte Beobachtung, dass nämlich eine 48stündige Digestion nicht genügt, hat man sich in ähnlicher Weise zu erklären, indem hier die durch das Harz imprägnierten und inkrustierten Gewebe dem Durchgang der Verdauungsflüssigkeiten grossen Widerstand entgegensetzen und somit die Auflösung der N-haltigen Bestandteile verlangsamen.

Ebenso hat sich bei der Fettbestimmung gezeigt, dass eine 12stündige Ätherextraktion nicht genügt, um diesen Rückständen alles Fett bezw. alles in Äther lösliche zu entziehen.

Bezüglich der Rohfaser- und Verdaulichkeitsbestimmung sind die von uns in den vorliegenden Versuchen verfütterten Rückstände einmal nach den üblichen Vorschriften untersucht worden, zum anderen haben wir dieselben aber auch vor der Analyse einer 50stündigen Ätherextraktion bezw. einer 24stündigen Vorbehandlung mit Alkohol und anschliessendem Auswaschen mit Äther unterworfen. Was die hierbei für die asche- und stickstofffreie Rohfaser erlangten Zahlen anbetrifft, so lassen wir diese in der nachstehenden Tabelle folgen.

	Ursprüngliche Substanz				
	1	2	3	4	im Mittel
	%	%	%	%	%
Ajowan	8.63	8.56	9.45	9.68	9.08
Selleriesamen	13.87	15.19	15.25	14.04	14.58
Koriander	30.68	31.11	31.14	—	30.98

	Vorbehandelt mit									
	Äther					Alkohol und Äther				
	1	2	3	4	im Mittel	1	2	3	4	im Mittel
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Ajowan	8.69	8.28	8.18	8.05	8.30	8.13	8.09	8.31	8.29	8.21
Selleriesamen	12.82	13.38	12.98	12.00	12.79	13.94	14.75	14.31	13.79	14.19
Koriander	25.45	25.75	24.82	24.29	25.08	29.42	28.65	29.02	29.51	29.15

Es ist aus diesen Ergebnissen ersichtlich, dass bei dem gewöhnlichen Verfahren unter den Einzelbestimmungen zwar grössere Differenzen auftreten, die aber alle noch innerhalb der Handelslatitüde liegen. Zwar gibt eine vorhergehende Entfettung bezw. Vorbehandlung mit Alkohol etwas besser übereinstimmende Resultate; nimmt man jedoch das arithmetische Mittel von vier Einzelbestimmungen, so ergeben sich für die asche- und stickstofffreie Rohfaser ziemlich dieselben Werte, gleichgültig, ob die ursprüngliche Substanz direkt zur Analyse verwandt worden ist, oder ob erst eine Behandlung mit fettlösenden Mitteln vorausgegangen ist. Eine Ausnahme macht hier allein der Koriander, bei dem eine vorausgehende Ätherextraktion eine etwas niedrigere Durchschnittszahl für die Rohfaser lieferte. In den folgenden Ausnutzungsversuchen ist übrigens bei der Aufstellung der Verdauungsbilanz die in der ursprünglichen Substanz nachgewiesene Rohfaser in Rechnung gestellt worden, denn es ist wohl anzunehmen, dass auch im tierischen Organismus die Rohfaser dieser Futtermittel keineswegs eine so glatte Auflösung und Verdauung erfährt.

Bei den Verdaulichkeitsbestimmungen mittels Pepsinsalzsäure dagegen macht sich sowohl die Einwirkungsdauer als auch eine

Vorbehandlung der Substanz mit Äther oder Alkohol deutlich geltend, wie aus nachstehender Tabelle hervorgehen dürfte. Es waren, auf Trockensubstanz berechnet, vom Stickstoff unverdaulich:

	Gesamtstickstoff	Ursprüngliche Substanz			Vorbehandelt mit Äther			Vorbehandelt mit Alkohol u. Äther		
		nach 48 Stunden	nach 72 Stunden	nach 96 Stunden	nach 48 Stunden	nach 72 Stunden	nach 96 Stunden	nach 48 Stunden	nach 72 Stunden	nach 96 Stunden
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Ajowan	2.590	1.166	1.087	1.033	1.092	0.982	0.934	1.113	1.007	0.936
Selleriesamen . . .	2.957	1.862	1.704	1.675	1.794	1.710	1.665	1.817	1.728	1.635
Koriander	2.413	1.022	0.915	0.759	1.115	0.864	0.770	0.934	0.855	—

Hiermit finden die bereits von P. UHLITZSCH bei Anis, Fenchel usw. gemachten Beobachtungen voll und ganz ihre Bestätigung. Wenn STUTZER[1]) in dieser Beziehung zu anderen Resultaten gelangt ist, so liegt dies einfach daran, dass er diese Rückstände nur einer 1stündigen Vorbehandlung mit kaltem Äther unterzogen hat, was natürlich auch nicht annähernd genügt, um jenen Rückständen der ätherischen Ölfabrikation die Hauptmenge des Balsams und der Harze zu entziehen.

Bei der Ermittlung des Fettgehaltes der von uns verfütterten Rückstände sind wir in der Weise verfahren, dass wir zunächst die Substanz eine gewisse Zeit extrahierten; die Fettpatrone wurde dann nebst Inhalt getrocknet, letzterer im Mörser möglichst fein zerrieben, nochmals vorgetrocknet und abermals extrahiert. Dieses Verfahren haben wir so lange fortgesetzt, bis keine grösseren Fettmengen mehr extrahiert wurden. Es zeigte sich hierbei, dass die gewöhnliche Extraktionszeit von 12 Stunden bei weitem nicht genügt, um alles Fett zu extrahieren. Es dürfte auch dies im Zusammenhange mit den Veränderungen stehen, welche die Entfernung des ätherischen Öles mit sich bringt, und nur durch die wiederholte Zerreibung und Zerkleinerung mit nochmaliger Extraktion ist es dann möglich, die Gesamtmenge des in Äther löslichen zu gewinnen. So fanden wir an Ätherextrakt in Prozenten der Trockensubstanz:

[1]) Journal für Landwirtschaft 1906, Bd. 54, S. 265.

Ajowan		Selleriesamen		Koriander	
Dauer der Extraktionszeit	Rohfett (Ätherextrakt)	Dauer der Extraktionszeit	Rohfett (Ätherextrakt)	Dauer der Extraktionszeit	Rohfett (Ätherextrakt)
Stunden	%	Stunden	%	Stunden	%
16	27.61	16	26.90	25	20.97
30	29.86	30	28.84	50	23.77
50	31.43	54	29.84	67	24.96
70	32.40	70	30.49	81	25.78
120	33.02	86	30.88	98	26.19
145	33.20	103	31.21	110	26.40
—	—	122	31.32	—	—

Die Bestimmung der Trockensubstanz geschieht hier in Möckern durch Trocknen bis zur Konstanz im Wasserstoffstrom bei 100° C. Nur bei ausserordentlich fettreichen Futtermitteln sind bei diesem Verfahren kleinere Verluste an flüchtigen Fettsäuren nicht zu vermeiden. In solchen Fällen wurden dann den Liebigschen Enten mit Glasperlen gefüllte U-Röhren aufgesetzt, in denen sich das Fett wieder kondensierte, oder wir haben, wie in vorliegendem Fall, die Futtermittel bis zur Konstanz über Phosphorpentoxyd getrocknet.

Was nun die vorliegenden Ausnutzungsversuche selbst anbetrifft, so war die Anordnung und Durchführung derselben die allgemein übliche und können wir bezüglich näherer Einzelheiten auf die zahlreichen früheren Untersuchungen der Versuchsstation Möckern hinweisen. Ausgehend von einer nur aus Wiesenheu bestehenden Grundfutterperiode, haben wir dann in den übrigen die auf ihre Verdaulichkeit hin zu untersuchenden Rückstände der ätherischen Ölfabrikation zugelegt.

Das Futter, welches stets vollständig aufgezehrt wurde, wies folgenden Gehalt an Trockensubstanz auf:

		Trockensubstanz %	Trockensubstanz g
Periode I	900 g Wiesenheu . . .	86.84	781.6
	250 „ Ajowan	95.22	238.1
„ II	900 „ Wiesenheu . . .	86.84	781.6
„ III	900 „ Wiesenheu . . .	86.84	781.6
	250 „ Selleriesamen . .	94.01	235.0
„ IV	900 „ Wiesenheu . . .	86.84	781.6
	250 „ Koriander . . .	95.32	238.3

Die tabellarischen Übersichten der in den einzelnen Perioden erlangten Zahlen für Menge und Trockensubstanzgehalt des Kotes, Tränkwasserkonsum, Verdauungsbilanz usw. sind in den im Anhang befindlichen Tabellen zusammengestellt.

Die Zusammensetzung des verfütterten Wiesenheues und des während der Grundfutterperiode von den einzelnen Tieren ausgeschiedenen Kotes war, auf Trockensubstanz bezogen, folgende:

	Wiesenheu	Kot	
		Hammel I	Hammel II
	%	%	%
Organische Substanz	93.18	88.56	88.69
Rohprotein	9.95	11.42	11.30
N-freie Extraktstoffe	51.46	46.77	46.29
Fett (Ätherextrakt)	3.04	2.65	2.66
Rohfaser	28.73	27.72	28.44

Die Verdaulichkeit des Wiesenheues ergibt sich nun direkt aus der Differenz Futter minus Kot und beträgt in Prozenten der einzelnen Bestandteile:

	Hammel I	Hammel II	Im Mittel
	%	%	%
Trockensubstanz	57.1	56.1	**56.9**
Organische Substanz	59.8	58.2	**59.0**
Rohprotein	51.4	50.1	**50.7**
N-freie Extraktsoffe	61.5	60.5	**61.0**
Fett (Ätherextrakt)	63.0	61.8	**62.4**
Rohfaser	59.2	56.5	**57.9**

Das verfütterte Wiesenheu enthielt also nach diesem Versuch an verdaulichen Nährstoffen in der Trockensubstanz:

Rohprotein	N-freie Extraktstoffe	Fett	Rohfaser
%	%	%	%
5.04	31.39	1.90	16.63

Es ist mithin als ein solches von mittlerer Güte anzusprechen.

Ajowan.

Carum Ajowan *Benth. et Hook.* = Ptychotis Ajowan *D. C.* ist eine einjährige Umbellifere, die in Indien, dem Mutterlande der Pflanze, von Panjab bis Bengalen und bis Süd-Dekan hauptsächlich ihres Thymolreichtums wegen kultiviert wird. Sie kommt ausserdem aber auch in Ägypten, Persien und Afghanistan vor. Die braungrauen Früchte ähneln denen der Petersilie sehr,

unterscheiden sich aber von diesen durch ihre rauhe Oberfläche und ihren abweichenden Geruch; in ihrem anatomischen Bau gleichen die Ajowankörner auch dem Kümmel. Die in Europa verarbeiteten Ajowanfrüchte sind ausschliesslich indischer Herkunft und kommen meist über Bombay in den Handel. Als Hauptmarkt in Indien wird Marwar in Rajputana genannt. Die Pflanze heisst in Indien Ajwan, Ajwain oder Omam. Das Ajowanöl ist hellbraun gefärbt und riecht angenehm aromatisch, mit ausgesprochenem Thymiangeruch, ist aber von scharfem, brennendem Geschmack. Die aus dem Öl sich abscheidenden Thymolkristalle führen in den indischen Bazaren die Bezeichnung Ajwan Ka-phul, d. h. Blüte des Ajowans. Thymol sowie Destillationswasser (Omam water) werden in Indien vielfach als Heilmittel, besonders gegen Cholera angewandt. Die Firma Schimmel & Co. in Miltiz verarbeitet im Durchschnitt jährlich 200000 kg Ajowanfrüchte, die an Ausbeute ca. 3—4 % ätherisches Öl liefern.

Die Rückstände der Ajowanverarbeitung sind ausserordentlich reich an Fett; sie werden von den Tieren sehr gern genommen, und es sollen auch mit ihnen vorzügliche Masterfolge erzielt worden sein. Nach an der hiesigen Versuchsstation ausgeführten Untersuchungen ist die Zusammensetzung der Ajowanrückstände, auf Trockensubstanz berechnet, folgende:

	Organ. Substanz %	Rohprotein %	Reineiweiss %	N-freie Extraktstoffe %	Fett (Ätherextrakt) %	Rohfaser %	Reinasche %	Sand %
I. Probe	87.42	15.75	—	27.48	31.92	12.58	12.26	2.11
II. „	89.59	17.27	—	26.33	33.71	12.28	10.41	—
III. „	83.58	15.68	—	28.82	27.22	11.86	16.42	4.66
IV. „	86.43	16.19	14.88	27.96	33.20	9.08	13.57	4.65
Im Durchschnitt:	86.75	16.22	—	27.65	31.51	11.45	13.16	3.81

Die Zusammensetzung des in der vorliegenden Periode ausgeschiedenen Darmkotes stellte sich, auf Trockensubstanz berechnet, wie folgt:

	Organische Substanz %	Rohprotein %	N-freie Extraktstoffe %	Fett (Ätherextrakt) %	Rohfaser %
Hammel I	84.59	12.98	42.94	3.14	25.53
„ II	85.08	13.34	44.17	2.92	24.65

Bei der Berechnung der Verdaulichkeit der extrahierten Ajowanfrüchte ist von den in dieser Periode ermittelten Mengen verdaulicher Stoffe des Gesamtfutters der auf das Wiesenheu entfallende Anteil in Abzug gebracht worden. In dieser Weise berechnen sich folgende Verdauungskoeffizienten:

	Hammel I	Hammel II	Im Mittel
	%	%	%
Trockensubstanz	55.2	61.4	58.3
Organische Substanz	62.5	68.1	65.3
Rohprotein	50.6	50.1	50.4
N-freie Extraktstoffe	50.3	50.0	50.2
Fett (Ätherextrakt)	93.8	95.4	94.6
Rohfaser	7.4	55.1	31.3

Nach Massgabe der vorstehenden Zahlen erweisen sich nun die von dem ätherischen Öle befreiten Ajowanfrüchte hinsichtlich des Rohproteins von geringerer Verdaulichkeit als fast sämtliche bisher in dieser Richtung geprüften Ölsämereien und Ölkuchen; das Fett dagegen wird zu einem sehr hohen Prozentsatz ausgenutzt.

Auf Grund der obigen Ausnutzungskoeffizienten enthielten also die verfütterten Ajowanrückstände in der Trockensubstanz folgende Nährstoffmengen:

	Rohnährstoffe	Verdauliche Nährstoffe
	%	%
Rohprotein	16.19	8.2
N-freie Extraktstoffe	27.96	14.0
Rohfett	33.20	31.4
Rohfaser	9.08	2.8

Demnach kommen die Ajowanfrüchte ihrer Verdaulichkeit und dem Nährstoffgehalt nach den anderen an hiesiger Station früher untersuchten Rückständen der ätherischen Ölfabrikation, wie Fenchel, Kümmel und Anis, nicht gleich, sondern stehen hinter diesen zurück.

Selleriesamenrückstände.

Der gewöhnliche Sellerie, Apium graveolans *L.*, auch Eppich, Mark genannt, ist eine Salzpflanze, d. h. er gedeiht besonders gut auf kochsalzhaltigem Boden. In Griechenland kommt er an Wassergräben und in feuchten Meeresniederungen noch wildwachsend vor, wird aber auch hier bereits viel kultiviert.

Schon bei den Alten galt der Sellerie als Glückspflanze und dienten Wurzeln und Samen desselben (Radix et semen Apii) wegen ihrer harntreibenden Wirkung vielfach als Heilmittel. Der Sellerie, welcher als Knollensellerie die Nutzung der aromatischen Gewürzwurzel und als Schnittsellerie das Suppenkraut und die gelblichen Stiele zum Nachtisch für die feinere Tafel gewährt, kann auch als Samenpflanze einen sehr befriedigenden Ertrag abwerfen. Die Samen, namentlich der feineren Sorten, sind verhältnismässig teuer und kostet das kg 5—8 Mark. Nach Settegast sind die Teilfrüchte klein, haben eine flache Spaltseite und einen stark gekrümmten, rund gewölbten Rücken. Die Länge wechselt zwischen 1.5—2 mm, die Breite zwischen 1—1.5 mm, die Dicke (zwischen Rücken- und Spaltseite) beträgt 1—1.3 mm. Die Grundfarbe des Kornes ist grünlich-braungrau, von der sich die weisslichen, kielartig erhabenen Längsnerven scharf abheben. Das Gewicht von 1000 Körnern betrug im Maximum von drei untersuchten Proben 0.396 g. Bessere Samen haben jedoch ein Gewicht von 0.4 g. Der Samen selbst besitzt einen scharf ausgeprägten Selleriegeruch, der jedoch mit dem Alter schwindet, also zur Beurteilung des Samens in bezug auf sein Alter von Bedeutung ist. Die Samenreife tritt im September ein; dabei verfärben sich die grünen Früchtchen und werden bräunlich. Man kann die Fruchtstengel vorsichtig insgesamt abschneiden und sie dann in Bündel binden, welche bei warmen, sonnigen Wetter auf dem Felde zum Trocknen aufgestellt werden. Bei feuchter oder zweifelhafter Witterung werden die Bündel sogleich vom Feld heimgebracht und auf luftigen Böden zum Trocknen aufgehängt. Dreschen und Reinigen der Samen macht keine Schwierigkeiten.

Behufs Gewinnung des ätherischen Öles werden in Miltiz jährlich ungefähr nur 2000 kg Selleriesamen verarbeitet, die in der Hauptsache aus Deutschland und Frankreich stammen. Das in allen Teilen der Selleriepflanze enthaltene ätherische Öl ist besonders reichlich in den Früchten vertreten, ziemlich spärlich, aber immerhin doch noch in darstellbarer Menge im grünen Kraut, während die Wurzeln bei der Destillation ein aromatisches Wasser, aber kein Öl geben. Aus den Früchten gewinnt man durch Destillation mit Wasser 2.5—3 % eines sehr dünnflüssigen, farblosen, kräftig nach Sellerie riechenden und schmeckenden Öls

vom spez. Gewicht 0.870—0.895, das zu etwa 90 % aus Kohlenwasserstoffen besteht.

Futtermittelanalysen der Sellerierückstände liegen unseres Wissens nach noch nicht vor; die von uns verfütterte Probe enthielt in der Trockensubstanz:

Organ. Substanz	Roh-protein	Rein-eiweiss	N-freie Extraktstoffe	Fett (Ätherextrakt)	Roh-faser
%	%	%	%	%	%
89.34	18.48	17.48	24.96	31.32	14.58

Hiernach stellen die Selleriesamenrückstände ein verhältnismässig protein-, jedenfalls aber sehr fettreiches Futtermittel dar.

Die chemische Untersuchung des Kotes dieser Periode ergab folgende auf Trockensubstanz berechnete Zahlen:

	Organ. Substanz	Roh-protein	N-freie Extraktstoffe	Fett (Ätherextrakt)	Roh-faser
	%	%	%	%	%
Hammel I	86.96	14.47	44.12	2.59	25.78
„ II	87.58	14.52	43.65	2.90	26.51

Unter Zugrundelegung der für jedes Tier gesondert ermittelten Verdauungskoeffizienten des Wiesenheues berechnen sich nun für die Verdauung der verfütterten Selleriesamenrückstände in Prozenten der einzelnen Nährstoffgruppen folgende Werte:

	Hammel I	Hammel II	Im Mittel
	%	%	%
Trockensubstanz	58.0	51.7	54.8
Organische Substanz	61.6	54.5	58.1
Rohprotein	43.8	36.6	40.2
N-freie Extraktstoffe	40.7	31.0	35.9
Fett (Ätherextrakt)	96.9	94.4	95.7
Rohfaser	44.3	31.5	37.9

Hiernach ergibt sich der Gehalt der für die vorliegenden Untersuchungen benutzten Selleriesamenrückstände wie folgt:

	Rohnährstoffe	Verdauliche Nährstoffe
	%	%
Rohprotein	18.48	7.4
Rohfaser	14.58	5.5
N-freie Extraktstoffe	24.96	9.0
Fett	31.32	30.0

Es geht hieraus hervor, dass mit Ausnahme des Fettes die Verdaulichkeit aller Nährstoffgruppen eine ziemlich geringe

ist und im allgemeinen jedenfalls nicht den Umfang erreicht, der bei den meisten Futtermitteln des Handels beobachtet worden ist.

Korianderrückstände.

Coriandrum sativum *L.*, grosser oder zahmer Koriander, Wanzensamen, Wanzendill, Schwindelkorn, die einzige Art der Gattung Coriandrum, ist eine einjährige, 30—60 cm hohe Pflanze mit gefiederten Wurzelblättern, doppelt gefiederten Stengelblättern, 3—5strahligen, flachen Dolden ohne Hülle, weissen Blüten und 3blätterigen Hüllchen. Die Früchte fallen von den Stielen leicht ab; sie werden deshalb häufig in noch nicht völlig ausgereiftem Zustande gesammelt. Ganz reife Dolden müssen, damit Verlusten vorgebeugt wird, rasch geklopft werden.

Die in vielen Ländern und nahezu in allen Klimaten kultivierte Korianderpflanze war schon in der vorgeschichtlichen Zeit als Küchengewürz in Gebrauch. Als solches ist die Korianderfrucht in Sanskritschriften, in der Bibel und in späteren römischen Schriften mehrfach erwähnt worden. Auch sind Korianderfrüchte in alt-ägyptischen Grabdenkmälern aus dem 10. vorchristlichen Jahrhundert unter noch erkennbaren Opfergaben aufgefunden worden. Unter den von Karl dem Grossen zum Anbau empfohlenen Pflanzen ist auch Koriander erwähnt, scheint aber, wie bei den Arabern, so auch bei den Deutschen, im Mittelalter nur eine geringe Berücksichtigung gefunden zu haben. Die Frucht findet erst in den Arznei- und Destillierbüchern des 16. Jahrhunderts wieder Erwähnung, obwohl dieselbe wahrscheinlich auch schon vorher hin und wieder als Küchengewürz gebraucht wurde. Auch heutigen Tages benutzt man die Samen als Küchengewürz, zu Backwerk, in manchen Gegenden als Beigabe zu Butter und Käse, zu Likören und dergl. mehr, auch sind sie offizinell (fructus Coriandri), werden besonders als Zusatz zu abführenden Mitteln verwendet und dienen als Verdauung förderndes, Brustschleim lösendes, Blähung treibendes Heilmittel. Überzuckert und bunt gefärbt, bilden sie eine Konditorware.

Aus den Früchten des Korianders gewinnt man ein flüchtiges Öl, das Korianderöl. Für die fabrikmässige Darstellung desselben kommen eigentlich nur mährischer, thüringischer und russischer Koriander, deren Ausbeute 0.8—1 % beträgt, zur Verwendung. Der Bedarf der Firma Schimmel & Co. in Miltiz

beläuft sich auf jährlich ca. 30000 kg. Im Notfall wird jedoch auch auf Koriander anderer Provenienzen zurückgegriffen, die aber sämtlich bedeutend ärmer an Öl sind. Es kommen hier in Betracht: Französischer (Ausbeute ca. 0.4 %), holländischer mit 0.6 % und italienischer mit 0.5 % Ausbeute. Noch weniger Öl liefern die grosskörnigen marokkanischen Früchte, nämlich nur 0.2—0.3 %, während die ostindischen mit nur 0.15—0.2 % die niedrigste Ausbeute geben. Das Korianderöl selbst ist eine farblose oder nur schwach gelbliche Flüssigkeit von charakteristischem Koriandergeruch und aromatischem, mildem Geschmack.

Was die chemische Zusammensetzung der Korianderfrüchte anbetrifft, so enthalten dieselben in der Trockensubstanz:

	Organ. Substanz %	Roh-protein %	Rein-eiweiss %	N-freie Extraktstoffe %	Fett (Ätherextrakt) %	Rohfaser %	Asche %
Nach König	94.70	12.30	—	25.85	21.56	34.54	5.30
„ Uhlitzsch . . .	93.72	13.64	—	34.52	15.37	30.19	6.28
Wir haben gefunden .	93.73	15.08	14.32	21.27	26.40	30.98	6.27
Im Mittel:	**94.05**	**13.67**	—	27.21	21.11	**31.90**	**5.95**

Die Korianderfrüchte sind demnach fett- und stickstoffärmer und viel holzfaserreicher als die übrigen Rückstände der ätherischen Ölfabrikation.

Die chemische Analyse des Kotes dieser Periode ergab nachstehende Zahlen (Prozente der Trockensubstanz):

	Organ. Substanz %	Roh-protein %	N-freie Extraktstoffe %	Fett (Ätherextrakt) %	Roh-faser %
Hammel I . . .	89.60	11.64	44.70	3.52	29.74
„ II . . .	89.78	12.29	47.65	3.74	26.10

Unter Benutzung nun der in der Grundfutterperiode für jedes der beiden Tiere gesondert berechneten Verdauungskoeffizienten des Wiesenheus ergaben sich für die Verdaulichkeit der Korianderrückstände folgende Werte:

	Hammel I	Hammel II	Im Mittel
	%	%	%
Trockensubstanz	50.7	51.0	50.8
Organische Substanz	51.3	51.4	51.4
Rohprotein	59.9	50.7	55.3
N-freie Extraktstoffe	8.1	—	8.1
Fett (Ätherextrakt)	88.9	87.1	88.0
Rohfaser	43.6	69.5	56.6

Wenn in dem vorliegenden Versuch Hammel I von den N-freien Extraktstoffen der Korianderrückstände 8.1 % verdaut hat, bei Hammel II dagegen sich bezüglich dieser Nährstoffgruppe sogar eine Minus-Verdauung geltend macht, so ist dies eben durch die Art der Versuchsanstellung und die analytischen Methoden begründet. Denn naturgemäss müssen die Verdauungskoeffizienten ganz besonders bei solchen Nährstoffgruppen des Beifutters schwanken, welche im Vergleich zu den im Rauhfutter enthaltenen Bestandteilen in verhältnismässig geringer Menge in dem Beifutter vorkommen. So lassen sich auch in dem vorliegenden Versuch die Verdauungskoeffizienten für die N-freien Extraktstoffe nicht mit derselben Genauigkeit bestimmen, wie z. B. für das Fett, dessen Anteil in der Zusammensetzung der Tagesration fast dreimal mehr beträgt als der Gehalt des Wiesenheues an diesem Nährstoff.

Nach den Ergebnissen der Verdauungsversuche enthielten nun die Korianderrückstände in der Trockensubstanz:

	Rohnährstoffe	Verdauliche Nährstoffe
	%	%
Rohprotein	15.08	8.3
N-freie Extraktstoffe	21.27	1.7
Rohfett	26.40	23.2
Rohfaser	30.98	17.5

Vorliegende Ausnutzungsversuche bilden eine Ergänzung zu den bereits vor Jahren von G. Kühn ausgeführten und später von O. Kellner veröffentlichten Versuchen mit Fenchel, Kümmel und Anis. Nach all diesen Untersuchungen ergeben sich für die Zusammensetzung und Verdaulichkeit der Rückstände der ätherischen Ölfabrikation folgende Werte (auf Trockensubstanz bezogen):

	Rohnährstoffe				Verdauliche Nährstoffe			
	Roh-protein %	N-freie Extraktstoffe %	Rohfett %	Rohfaser %	Roh-protein %	N-freie Extraktstoffe %	Rohfett %	Rohfaser %
Kümmel	24.88	35.40	16.06	15.89	14.90	26.97	15.53	13.46
Fenchel	17.88	38.69	16.71	15.58	6.83	26.00	15.52	7.25
Anis	18.28	36.41	18.59	10.71	9.83	24.90	17.51	0.05
Ajowan	16.19	27.96	33.20	9.08	8.20	14.00	31.40	2.80
Selleriesamen	18.48	24.96	31.32	14.58	7.40	9.00	30.00	4.60
Koriander	15.08	21.27	26.40	30.98	8.30	1.70	23.20	17.50

Bei fast all diesen Versuchen fällt, namentlich wenn man andere Rückstände der Ölfabrikation zum Vergleich heranzieht, die verhältnismässig niedrige Verdaulichkeit des Rohproteins auf. Nach O. Kellner steht dies sehr wahrscheinlich im Zusammenhange mit den Veränderungen, welche die Entfernung des ätherischen Öles nach sich zieht. Hierfür spricht auch der Umstand, dass bei der künstlichen Verdauung eine Verlängerung der Einwirkungsdauer des Verdauungssaftes von 48 auf 72 und 96 Stunden noch eine fortschreitende Verminderung des vorher ungelösten Stickstoffes im Gefolge hat, mithin also eine Erhöhung der künstlichen Verdauung stattfindet. Jedoch ist schon früher von O. Kellner darauf hingewiesen worden, dass auch der tierische Organismus in der Zeit, welche das Futter zum Durchgang durch den Körper benötigt, die Hindernisse, welche die Rückstände der Umbelliferensamen dem Angriff der Verdauungsflüssigkeiten entgegensetzen, ebenfalls nicht wesentlich erfolgreicher zu überwinden vermag als die künstliche Verdauung. Selbstverständlich übt natürlich auch die Trocknung der extrahierten Samen bei 100° C. eine gewisse Depression bezüglich der Verdaulichkeit des Rohproteins aus.

Dagegen ist der Gehalt dieser Rückstände an verdaulichem Fett ein sehr hoher, wennschon auch ohne weiteres zugegeben werden muss, dass sich der Ätherextrakt nicht nur aus Fett, sondern gerade bei den vorliegenden Futtermitteln zu einem grossen Teil aus Wachsen und Harzen zusammensetzt.

Im allgemeinen werden, soweit wir beobachten konnten und soweit wir hierüber seitens der praktischen Landwirtschaft

informiert worden sind, die Rückstände der ätherischen Ölfabrikation von allen Tieren gern genommen und auch, selbst in grösseren Mengen, gut vertragen. Denn bei den früheren, hier mit Ochsen ausgeführten Versuchen behielt bei einer Ration von 3 kg Fenchelrückständen pro Tag und Kopf auch der Kot solcher Tiere, die sonst sehr empfänglich für Verdauungsstörungen waren, seine normale Beschaffenheit bei.

Sind nun auch die Rückstände der ätherischen Ölfabrikation im allgemeinen den meisten anderen Rückständen der Ölfabrikation bezüglich ihres Futterwertes nicht ebenbürtig, so kommt ihnen trotzdem noch ein beträchtlicher Nährwert zu, so dass sie jedenfalls mit gutem Erfolg sowohl für Mast- und Milchvieh, wie auch für Arbeitsochsen Verwendung finden können, zumal sie auch im Preise niedriger stehen als die übrigen Ölkuchen und deren Produkte. Nach uns von der Firma Schimmel & Co. gütigst gemachten Mitteilungen wurden in den letzten Jahren für die einzelnen Rückstände durchschnittlich folgende Preise erzielt:

	Mark pro Doppelzentner
Galizischer Fenchel	8.50— 9.00
Holländischer Kümmel	11.00—11.50
Koriander (aus Ungarn, Mähren)	6.00— 7.00
Ajowan (Indien)	8.00— 8.50
Selleriesamen (aus Süd-Frankreich)	8.00— 8.50
Petersiliensamen (aus Süd-Frankreich)	8.00— 8.50

Anissamen wird seit Jahren in Miltiz nicht mehr verarbeitet und ist infolgedessen vom hiesigen Futtermittelmarkt verschwunden.

Haben die Rückstände der ätherischen Ölfabrikation als Futtermittel auch nur eine lokale Bedeutung, nämlich für die Landwirtschaft der Leipziger Umgegend, so wird dieser doch immerhin mit diesen Rückständen jährlich eine beträchtliche Futtermenge zugeführt. So verarbeiten allein Schimmel & Co. in Miltiz jährlich ungefähr:

500000 kg Fenchel,
200000 „ Kümmel,
30000 „ Koriander,
200000 „ Ajowan,
2000 „ Selleriesamen,
2000 „ Petersiliensamen.

Da nun diesen Samen allein das ätherische Öl entzogen wird, und zwar beträgt die Ausbeute hieran nur 4—7 % beim Kümmel, 3.5—5.5 beim Fenchel, 3—4 beim Ajowan, 0.5—1.1 für Koriander, 2—3.5 für Anis und 2.5—5.5 bezw. 2.5—6.5 % bei den Sellerie- und Petersiliensamen, ausserdem während des Trocknens durch einen über die dampfenden, warmen Samen geleiteten lebhaften Luftstrom nur die staubfeinen Teilchen des Futters fortgerissen werden, so erzielt man bei dem überaus geringen Wassergehalt der Rückstände an diesen fast die gleiche Menge, als man frische Samen verarbeitet hat.

Vorliegende Arbeit ist auf Veranlassung und mit gütiger Unterstützung von Geh.-Rat Kellner ausgeführt worden, dem wir auch an dieser Stelle unseren verbindlichsten Dank sagen. Es sei uns auch gestattet, hier der Firma Schimmel & Co. in Miltiz, insbesondere Herrn Direktor Dr. von Rechenberg unseren Dank abzustatten für die Überlassung der Futtermittel, sowie für die umfassenden Auskünfte und den wiederholten Einblick in den Fabrikbetrieb.

Literatur.

E. Gildemeister und Fr. Hoffmann, Die ätherischen Öle.

Harz, Landwirtschaftliche Samenkunde.

O. Kellner, Arbeiten der Königl. landw. Versuchsstation Möckern in Landw. Versuchs-Stationen Bd. 44.

Derselbe, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere, III. Aufl. Verlag von Paul Parey in Berlin.

Settegast, Die landwirtschaftlichen Sämereien und der Samenbau.

P. Uhlitzsch, Monographie der Rückstände der ätherischen Ölfabrikation, s. auch die Futtermittel des Handels. Verlag von Paul Parey in Berlin.

Anhang.

Periode I. Ajowanrückstände.

	Trocken-substanz g	Organ. Substanz g	Rohprotein g	N-freie Extraktstoffe g	Fett (Ätherextrakt) g	Rohfaser g
Hammel I verzehrt:						
900 g Wiesenheu (86.84 %)	781.6	728.3	77.8	402.2	23.8	224.6
250 „ Ajowanrückstände (95.22 %)	238.1	205.8	38.4	66.6	79.0	21.6
Zusammen:	1019.7	934.1	116.3	468.8	102.8	246.2
Im Kot	437.6	370.2	56.8	187.9	13.7	111.7
Verdaut im ganzen:	582.1	563.9	59.5	280.9	89.1	134.5
Verdaut vom Wiesenheu	450.7	435.3	40.0	247.4	15.0	132.9
Verdaut von den Ajowanrückständen:	131.4	128.6	19.5	33.5	74.1	1.6
Hammel II verzehrt:						
Wie Hammel I	1019.7	934.1	116.3	468.8	102.8	246.2
Im Kot	435.1	370.2	58.0	192.2	12.7	107.3
Verdaut im ganzen:	584.6	563.9	58.3	276.6	90.1	138.9
Verdaut vom Wiesenheu	438.3	423.8	39.0	243.3	14.7	127.0
Verdaut von den Ajowanrückständen:	146.3	140.1	19.3	33.3	75.4	11.9

Periode II. Grundfutter (Wiesenheu).

	Trocken-substanz g	Organ. Substanz g	Rohprotein g	N-freie Extraktstoffe g	Fett (Ätherextrakt) g	Rohfaser g
Hammel I verzehrt:						
900 g Wiesenheu (86.84 %)	781.6	728.3	77.8	402.2	23.8	224.6
Im Kot	330.9	293.0	37.8	154.8	8.8	91.7
Verdaut vom Wiesenheu:	450.7	435.3	40.0	247.4	15.0	132.9
Hammel II verzehrt:						
900 g Wiesenheu (86.84 %)	781.6	728.3	77.8	402.2	23.8	224.6
Im Kot	343.3	304.5	38.8	158.9	9.1	97.6
Verdaut vom Wiesenheu:	438.3	423.8	39.0	243.3	14.7	127.0

Periode III. Selleriesamenrückstände.

	Trocken-substanz g	Organ. Substanz g	Rohprotein g	N-freie Extraktstoffe g	Fett (Ätherextrakt) g	Rohfaser g
Hammel I verzehrt:						
900 g Wiesenheu (86.84 %)	781.6	728.3	77.8	402.2	23.8	224.6
250 „ Selleriesamenrückst. (94.01 %) .	235.0	209.9	43.4	58.7	73.6	34.3
Zusammen:	1016.6	938.2	121.2	460.9	97.4	258.9
Im Kot.	429.7	373.7	62.2	189.6	11.1	110.8
Verdaut im ganzen:	586.9	564.5	59.0	271.3	86.3	148.1
Verdaut vom Wiesenheu.	450.7	435.3	40.0	247.4	15.0	132.9
Verdaut von den Selleriesamenrückst.:	136.2	129.2	19.0	23.9	71.3	15.2
Hammel II verzehrt:						
Wie Hammel I	1016.6	938.2	121.2	460.9	97.4	258.9
Im Kot.	456.8	400.1	66.3	199.4	13.2	121.1
Verdaut im ganzen:	559.8	538.1	54.9	261.5	84.2	137.8
Verdaut vom Wiesenheu.	438.3	423.8	39.0	243.3	14.7	127.0
Verdaut von den Selleriesamenrückst.:	121.5	114.3	15.9	18.2	69.5	10.8

Periode IV. Koriander.

	Trocken-substanz g	Organ. Substanz g	Rohprotein g	N-freie Extraktstoffe g	Fett (Ätherextrakt) g	Rohfaser g
Hammel I verzehrt:						
900 g Wiesenheu (86.84 %)	781.6	728.3	77.8	402.2	23.8	224.6
250 „ Korianderrückstände (95.32 %) .	238.3	223.4	35.9	50.7	62.9	73.8
Zusammen:	1019.9	951.7	113.7	452.9	86.7	298.4
Im Kot.	448.3	401.7	52.2	200.4	15.8	133.3
Verdaut im ganzen:	571.6	550.0	61.5	252.5	70.9	165.1
Verdaut vom Wiesenheu.	450.7	435.3	40.0	247.4	15.0	132.9
Verdaut von den Korianderrückständen:	120.9	114.7	21.5	5.1	55.9	32.2
Hammel II verzehrt:						
Wie Hammel I	1019.9	951.7	113.7	452.9	86.7	298.4
Im Kot.	460.0	413.0	56.5	219.2	17.2	120.1
Verdaut im ganzen:	559.9	538.7	57.2	233.7	69.5	178.3
Verdaut vom Wiesenheu.	438.3	423.8	39.0	243.3	14.7	127.0
Verdaut von den Korianderrückständen:	121.6	114.9	18.2	— 9.4	54.8	51.3

Periode I. Ajowan-Rückstände.

Datum:	Stall-temperatur °C.	Tränk-wasser g	Lebend-gewicht kg	Kot frisch g	Kot Tr.-S. g
			Hammel I.		
1906.					
8. Oktober	16.6	2264	44.0	981.7	413.0
9. "	16.8	2545		1024.4	418.7
10. "	15.3	2236		1028.1	429.1
11. "	15.3	2191		966.6	408.8
12. "	15.3	2778		1312.3	484.8
13. "	15.7	2665		1259.1	464.8
14. "	16.1	2947		1167.2	439.7
15. "	15.2	3359		1173.8	435.0
16. "	16.1	2848		1105.4	442.2
17. "	15.3	2760	44.2	1126.0	439.5
Im Mittel:	15.8	2659	+0.2	1114.5	437.6
			Hammel II.		
1906.					
8. Oktober	16.6	1778	43.5	1153.8	429.1
9. "	16.8	1799		1173.3	451.6
10. "	15.3	1787		1163.0	430.5
11. "	15.3	1445		1165.1	433.2
12. "	15.3	1732		1216.8	446.2
13. "	15.7	1786		1147.5	420.7
14. "	16.1	1925		1242.7	424.7
15. "	15.2	2084		1244.0	424.9
16. "	16.1	1560		1294.0	464.1
17. "	15.3	1997	44.0	1142.4	425.5
Im Mittel:	15.8	1789	+0.5	1194.3	435.1

Periode II. Grundfutter (Wiesenheu).

Datum:	Stall-temperatur °C.	Tränk-wasser g	Lebend-gewicht kg	Kot frisch g	Kot Tr.-S. g
			Hammel I.		
1906.					
26. Oktober	15.0	1987	43.3	799.7	346.5
27. „	15.2	1838		740.6	319.3
28. „	15.6	1659		733.1	319.6
29. „	14.8	1775		897.4	363.2
30. „	14.8	1390		725.6	319.7
31. „	14.9	1473		780.5	325.1
1. November. . . .	15.2	2070		779.2	314.3
2. „	15.5	2087		819.6	338.0
3. „	15.1	1734		807.6	331.5
4. „	15.1	1822	44.0	807.6	331.5
Im Mittel:	15.1	1788	+ 0.7	789.1	330.9
			Hammel II.		
1906.					
26. Oktober	15.0	1690	43.0	837.6	318.0
27. „	15.2	888		784.7	312.3
28. „	15.6	2057		1010.6	387.3
29. „	14.8	1536		917.1	342.3
30. „	14.8	1022		919.0	329.1
31. „	14.9	1585		909.7	337.0
1. November. . . .	15.2	1172		857.5	339.3
2. „	15.5	738		924.2	350.3
3. „	15.1	1453		911.3	343.1
4. „	15.1	1336	43.5	998.4	374.7
Im Mittel:	15.1	1348	+ 0.5	907.0	343.3

Periode III. Selleriesamenrückstände.

Datum:	Stall-temperatur °C.	Tränk-wasser g	Lebend-gewicht kg	Kot frisch g	Kot Tr.-S. g
Hammel I.					
1906.					
14. November . . .	18.1	2314	45.5	1168.0	442.6
15. „	17.7	2203		1205.0	456.7
16. „	17.9	2413		1118.2	432.2
17. „	18.2	2399		1114.4	434.7
18. „	17.6	2517		1108.0	429.6
19. „	18.0	2838		1182.3	438.8
20. „	17.7	1943		1058.2	426.6
21. „	17.4	2480		1022.5	403.2
22. „	17.4	2506		1149.3	415.6
23. „	17.4	2665	45.4	1082.5	416.6
Im Mittel:	17.2	2428	— 0.1	1120.8	429.7
Hammel II.					
1906.					
14. November . . .	18.1	2355	44.0	1196.4	451.9
15. „	17.7	2205		1249.6	460.0
16. „	17.9	1956		1279.4	472.8
17. „	18.2	2565		1225.5	462.4
18. „	17.6	1809		1143.4	419.8
19. „	18.0	2597		1207.1	440.4
20. „	17.7	2233		1357.8	484.0
21. „	17.4	2252		1311.9	459.0
22. „	17.4	2678		1349.1	464.4
23. „	17.4	2498	44.5	1244.2	453.8
Im Mittel:	17.2	2315	+ 0.5	1251.4	456.8

Periode IV. Korianderrückstände.

Datum:	Stall-temperatur °C.	Tränk-wasser g	Lebend-gewicht kg	Kot frisch g	Kot Tr.-S. g
			Hammel I.		
1907.					
16. Januar	18.5	2939	47.2	1009.3	396.0
17. „	18.4	2479		1181.0	440.4
18. „	18.5	2674		1158.3	452.8
19. „	17.6	2436		1171.2	456.9
20. „	17.9	2382		1204.8	457.1
21. „	17.0	2752		1272.3	470.3
22. „	15.9	2210		1185.9	443.8
23. „	15.7	2755		1183.2	455.9
24. „	15.5	2450		1231.8	460.6
25. „	15.5	2411	48.0	1175.2	449.0
Im Mittel:	17.1	2549	+0.8	1177.3	448.3
			Hammel II.		
1907.					
16. Januar	18.5	2765	44.5	1162.6	465.3
17. „	18.4	2686		1237.6	471.5
18. „	18.5	2644		1263.8	482.9
19. „	17.6	1997		1036.8	407.8
20. „	17.9	3081		1205.5	453.8
21. „	17.0	2572		1242.3	464.4
22. „	15.9	2387		1247.4	462.4
23. „	15.7	2091		1254.8	477.9
24. „	15.5	1703		1144.4	461.7
25. „	15.5	2114	45.0	1159.6	452.6
Im Mittel:	17.1	2404	+0.5	1195.5	460.0

Die Nachreife des Getreides.

Von

Dr. ALBERT ATTERBERG, Kalmar.

Den Landwirten ist es wohlbekannt, dass in kalten und feuchten Sommern, wo das Getreide spät reift und die Ernte auf dem Felde nicht gut austrocknen will, man beim Dreschen oft ein feuchtes Getreidekorn bekommt, das leicht dumpfig wird oder schlechten Geruch annimmt und dann niedrige Keimkraft zeigt. Durch gutes Austrocknen in den Halmen oder bei schon gedroschenem Getreide durch oftmaliges Umschaufeln desselben bei trockner Witterung, im Norden Europas dazu auch durch künstliches Trocknen, sucht der Landwirt die Qualität solchen feuchten Getreides zu verbessern und die Keimkraft desselben zu erhöhen.

Es will aber in manchen Jahren den Landwirten der nördlichen Länder nicht gelingen, das feuchte Getreide richtig zu behandeln. Zahlreiche Getreideproben werden dann den Samenkontrollanstalten zur Untersuchung auf Keimkraft eingeliefert. Solch spät geerntetes, nicht gut getrocknetes Getreide verhält sich bei der Untersuchung sehr launenhaft. Das eine Mal keimt es schlecht, das andere Mal besser. Man hat die wechselnden Keimziffern dadurch erklärt, dass derartiges Getreide nicht völlig reif ist und darum nicht gut keimen will, bei gutem Aufbewahren aber reifer wird und darum in der Keimkraft steigt. Diese Erklärung ist gewiss ganz richtig, kann aber, wie unten gezeigt wird, nicht all die wechselnden Keimungsverhältnisse erklären.

Fehlende Reife kommt bei den nordischen Getreidesaaten sehr oft vor, wie die Ziffern der Samenkontrollanstalten Schwedens es zeigen. Im Jahre 1877 fand die Samenkontrollanstalt in Westerås nur 45 % mittlere Keimkraft für den Hafer und 50 % für die Gerste. Im Jahre 1878 berichteten drei Kontrollanstalten nur 75—81 % mittlere Keimkraft für den Winterroggen. Im Jahre 1881 zeigten sich in ganz Schweden niedrige Keimziffern für alle Getreidearten. Die mittleren Keimprozente schwankten zwischen 66 und 89 %. Im Jahre 1888 waren die Keimziffern noch niedriger. Eine Malzgerste-Ausstellung wurde dieses Jahr in Malmö im Monat Oktober angeordnet. Die Gerstenkörner waren aber alle spät geerntet und noch nicht reif genug. Die Keimprozente wurden allgemein niedriger als 40 % gefunden.

Die Jahre 1889 und 1890 zeigten ebenfalls ganz allgemein niedrige Keimziffern: 60—80 %. In den späteren Jahren sind aber so niedrige Ziffern nur selten vorgekommen, wahrscheinlich weil die Keimprüfungsmethoden der Kontrollanstalten allmählich verändert wurden. (Die Thermostaten wurden nicht länger benutzt.) Nur nach dem ungewöhnlich kalten Sommer 1902 waren wiederum niedrige Keimziffern zu verzeichnen.

Die oft niedrigen Keimziffern der Getreidekörner haben mehrere Untersuchungen der Samenkontrollanstalten veranlasst. Folgende wichtigeren Erfahrungen wurden bis zum Jahre 1899 dabei gewonnen.

Erhöhung der Keimkraft bei Lagerung des Getreides.

Das bei feuchter und kalter Witterung geerntete Getreide zeigt gleich nach der Ernte oft ganz niedrige Keimziffern. Weizenproben, im Herbste 1888 der Samenkontrollanstalt in Skara eingeliefert, keimten fast gar nicht. Die Keimkraft steigt aber bei Lagerung des Getreides. Die Samenkontrollanstalt in Lund fand 1888 bei einer Gerstenprobe nur 50 % Keimkraft im Herbste. Im folgenden Februar war aber die Keimkraft 90, im August 99 und im September 100 %. Die Anstalt in Kalmar fand bei einer Gerstenprobe im Februar 1891 45 % Keimkraft, im März 70, am 7. April 87 und am 24. April 99 %.

Ebenso steigt die Keimkraft beim Aufbewahren der Getreideproben in den Kontrollanstalten. Die Anstalt in Åbo in

Finnland fand im September 1887 bei einer Gerste nur 4 % Keimkraft, im Oktober aber 95 %. Zwei andere Gersten zeigten bald nach der Ernte nur 2 und 4 % Keimkraft, einen Monat später aber 98 und 93 %. Mehrere Untersuchungen dieser Art wurden in den Jahren 1889—1891 von den schwedischen Kontrollanstalten angestellt. Die von mir in diesen Jahren gemachten Untersuchungen sind in dem Berichte der Versuchsstation Kalmar 1891 publiziert worden. Die wichtigsten Resultate waren die folgenden:

1. Getreidekörner können trotz trockner Lagerung und relativ niedrigem Wassergehalt den ganzen Winter hindurch unverändert liegen, ohne volle Reife zu bekommen. Im Frühling bei steigender Temperatur tritt aber die Reife ein.
2. Der Wassergehalt des Getreides kann unter 10 % sinken, ohne dass die volle Reife eintritt. Derartige trockene Ware nimmt aber die Reife früher an als feuchte Ware.
3. Die Reife stellt sich bei höherer Temperatur schneller ein.
4. Wenn man Getreide bei hoher Zimmertemperatur trocknet, so ist gewöhnlich eine Zeit von 1—2 Wochen nötig, um die volle Keimkraft zu erzielen. Nach meinen späteren Erfahrungen von 1903 ist bei schwach gereiften Waren sogar eine Zeit von 1—2 Monaten dazu erforderlich.

Erhöhung der Keimkraft durch Trocknen des Getreides bei höherer Temperatur.

In Finnland, wo bei der Reifezeit des Getreides die Temperatur oft niedrig ist und ein gutes Austrocknen des Getreides darum oft nicht zu erzielen ist, pflegt man das Getreide in Dörrstuben (Rior) künstlich zu trocknen. So gedörrtes Getreide ist von hoher Keimkraft und wurde darum früher als Saatgetreide vielfach exportiert. Durch das Dörren wird das Reifen des Getreides stark beschleunigt.

Über die beste Temperatur und die erforderliche Zeit des Dörrens kenne ich keine Untersuchungen. Nach G. Löthner-Åbo beträgt der mittlere Wassergehalt des gedörrten finnischen Getreides 13.5 %. Die gewöhnliche Zeit des Dörrens muss darum ziemlich kurz sein.

An den schwedischen Kontrollanstalten waren bis zum Jahre 1899 nur einzelne Versuche gemacht worden, die Keimkraft der

eingelieferten Getreideproben durch Trocknen bei höherer Temperatur zu erhöhen. Nur durch die Samenkontrollstation in Stockholm (O. STJERNQUIST) wurden ausführlichere Versuche angestellt. Es gelang STJERNQUIST, durch 8tägiges Trocknen von Gerste bis 20—28° die Keimfähigkeit derselben von 39 auf 90% zu erhöhen. Ein Hafer von 87% Keimkraft bekam nach 8tägiger Trocknung die Keimkraft von 99%. Nach 14 Tagen betrug die Keimkraft 100%. Der 8 Tage getrocknete Hafer keimte vollständig in 10 Tagen, der 14 Tage getrocknete keimte vollständig in 6 Tagen.

In Deutschland sind um diese Zeit ebenfalls Versuche gemacht, die Keimkraft durch künstliche Trocknung zu erhöhen. Die am besten gelungenen Versuche scheinen die von HOTTER zu sein (diese Zeitschr. Bd. 40, S. 356, 1892). HOTTER fand bei Weizen von 85.5% Keimkraft nach 7tägiger Trocknung bei 40° die Keimziffer von 95.8%. Nach 10tägiger Trocknung bei 40° betrug die Keimkraft 99.8%. Bei einer 7 Tage bei 40° getrockneten Haferprobe erhöhte sich die Keimkraft von 71.5% auf 97%.

Über die von mir gemachten Trocknungsversuche wird weiter unten berichtet.

Anfängliches Sinken der Keimkraft beim Trocknen des Getreides.

Sehr oft habe ich bei kürzerem Trocknen eine Abnahme der Keimkraft des Getreides gefunden. Als Beispiel werden hier die Keimziffern für drei im Jahre 1890 untersuchte Gerstenproben angeführt:

	No. 1	No. 2	No. 3
Keimkraft bei Ankunft der Proben	55	48	34
„ nach 5tägiger Aufbewahrung . .	38	28	25
„ nach 16 Tagen	98	93	95

Derartige Ziffern habe ich sehr oft gefunden. Ich will hier noch ein Beispiel anführen.

Eine Gerste wurde Ende September 1891 bei vier verschiedenen Reifegraden geerntet. Der Wassergehalt der geernteten Körner war:

	Todreife Körner %	Gelbreife Körner %	Körner, deren Grannen noch grün waren %	Grüne Körner %
Gleich nach der Ernte	27.0	35.0	39.0	42.0
5. Oktober	19.2	20.8	20.1	23.5
20. „	18.4	18.3	18.6	19.0

Die Proben wurden bis zum 20. Oktober in einer kalten Scheune, dann auf dem Fussboden eines Zimmers der Versuchsanstalt aufbewahrt. Einige der Proben wurden bis zum 5. Okt. mit gebranntem Kalk gemischt. Folgende Keimziffern wurden erhalten:

	Nicht gekalkte Körner:				Gekalkte Körner	
	Todreife Körner	Gelbreife Körner	Grüne Grannen	Grüne Körner	Todreife Körner	Grüne Körner
26. September	11	17	17	21	5	19
5. Oktober	1	2	3	6	1	5
20. „	4	0	2	1	43	0
23. „	7	1	3	6	57	0
27. „	3	21	31	29	85	14
3. November	21	30	36	45	94	38
19. „	85	90	85	82	97	79
2. Dezember	98	98	94	95	98	92

Dieses anfängliche Sinken der Keimkraft hat bisher keine Erklärung gefunden.

Neuere Versuche des Verfassers zur Erhöhung der Keimkraft des nicht reifen Getreides.[1]

Um Material zu einer neuen Untersuchung über die Nachreife des Getreides zu bekommen, zog ich im Jahre 1898 zwei zweizeilige Gersten bei später Saat und darum später Ernte auf. Die geernteten Gersten wurden im kalten Zimmer aufbewahrt. Im November, als die unten beschriebenen Versuche

[1]) Berichte der schwedischen landw. Akademie 1899.

begonnen wurden, zeigte die Gerste I nur 15 % Keimkraft. Die Gerste II zeigte im Dezember nur 4 % Keimkraft. Es gelang später, die Keimkraft der Gersten auf 98 resp. 99.5 % zu erhöhen.

Diese Gersten waren aber sehr bald verbraucht. Neue Getreideproben wurden dann aus Waldgegenden und aus dem nördlichen Schweden bestellt, um spät geerntetes Getreide von niedriger Keimkraft zu bekommen. Diese Getreideproben wurden unter Eiskühlung aufbewahrt.

Es wurde meistens die folgende Methode der Keimprüfung benutzt. Die Getreideproben wurden in angefeuchteten Konvoluten aus grober Leinwand eingelegt. Die Konvolute wurden in bedeckten Glasschalen niedergelegt und die Schalen meistens nahe an der Decke des Arbeitszimmers, d. i. bei einer zwischen 18 und 22° wechselnden Temperatur aufgestellt. Für genügende Luftzufuhr war bei sämtlichen Konvoluten gesorgt.

Erst wurde die Einwirkung von wechselnder Keimtemperatur untersucht. Es wurde gefunden, dass die Keimziffern sich nicht erhöhten, wenn das Maximum der Temperatur niedriger war als 18° C. Dagegen erhöhte sich die Keimkraft von 20 auf 51°, wenn das tägliche Maximum auf 30° erhöht wurde.

Dann wurde die Einwirkung des Vortrocknens bei Zimmertemperatur untersucht. Nach 5tägiger Vortrocknung erhöhte sich die Keimkraft der Gerste I von 40 auf 80°.

Schliesslich wurde versucht, die Gersten in einem Luftstrom von 30° C. (in dem Trockenschranke SOXHLETS) zu trocknen. Die Keimkraft der Gerste I erhöhte sich dabei in 6 Tagen von 48 auf 96 % und in 8 Tagen auf 98 %.

Bei der Gerste II erhöhte sich so die Keimkraft bei 30° in 8 Tagen von 4 auf 86 %. Wenn dagegen die Temperatur des Luftstroms auf 37° erhöht wurde, so stieg die Keimkraft dieser Gerste in 4 Tagen auf 50, in 6 Tagen auf 98 und in 8 Tagen auf 99.5 %.

Das Trocknen bei 37° hatte darum die besten Resultate geliefert. Da aber eine derartige Behandlung des Getreides viel Zeit erfordert, so wurden Versuche in verschiedenen anderen Richtungen angestellt.

W. JOHANNSEN in Kopenhagen hat berichtet (Tidskrift for Landsbrugets Planteavl 4, 143, 1898), dass er durch 1tägige Behandlung einer Gerstenprobe mit Ätherdämpfen die Keimkraft

von 6 auf 68 % erhöhen konnte, und dass nach dreimaliger Ätherbehandlung in 7 Tagen die Keimkraft auf 99 % erhöht wurde. Beim Wiederholen der Versuche JOHANNSENS fand ich aber gar keine Erhöhung der Keimkraft bei solcher Behandlung. Ich muss darum glauben, dass bei den Versuchen JOHANNSENS andere Faktoren als die Ätherdämpfe das Resultat beeinflusst haben.

Es sind ferner Versuche von anderer Seite gemacht, die Keimkraft von Rübensamen durch Formalinbehandlung zu erhöhen. Ich versuchte dann meine Gerstenproben mit Formalin zu behandeln. Kurze Behandlung schien die Keimkraft ein wenig zu erhöhen. Längere Behandlung tötete die Körner.

Später (1903) habe ich ebenfalls den Vorschlag HILTNERS befolgt, die Getreidekörner mit einer Stecknadel zu stechen und dann dieselben in Wasser vorzuquellen. Diese Behandlung erhöhte bei meinen Versuchen die Keimkraft bei knapp gereifter Gerste, wirkte aber beim Hafer gar nicht. Die volle Keimkraft wurde bei den benutzten Gerstenproben nicht erreicht.

Die Trocknung bei höherer Temperatur hatte darum die besten Resultate geliefert. Da die Trocknung bei 37° schneller gewirkt hatte, als die Trocknung bei 30°, wurde jetzt untersucht, welche hohe Temperatur man bei der Trocknung benutzen kann, ohne die Körner dabei zu beschädigen.

Da feuchtes Getreide sicherlich die Hitze weniger ertragen kann als trocknes, so wurden erst Versuche mit feuchtem Getreide angestellt.

Trocknungsversuche mit angefeuchtetem Getreide.

Eine Gerste von 98 % Keimkraft wurde in Wasser verschiedene Zeit vorgequollen. Der Wassergehalt der Proben wurde dann bestimmt und die Proben darauf bei verschiedener Temperatur getrocknet. Bei Untersuchung der Keimkraft der getrockneten Proben wurden folgende Ziffern erhalten:

Trocknung bei 70°, Trockenzeit 1½ Stunden.

Wassergehalt vor dem Trocknen . . .	35 %	30 %	26 %	24 %	21 %.
Keimkraft nach dem Trocknen	0 „	12 „	13 „	33 „	52 „

Trocknung bei 70°, Trockenzeit 1 Stunde.

Wassergehalt vor dem Trocknen	23 %	22 %.
Keimkraft nach dem Trocknen	74 „	83 „

Trocknung bei 60°, Trockenzeit 2 Stunden.

Wassergehalt vor dem Trocknen	33 %	30 %	26 %
Keimkraft nach dem Trocknen	1 "	5 "	8 "

Trocknung bei 50°, Trockenzeit 2 Stunden.

Wassergehalt vor dem Trocknen	40 %
Keimkraft nach dem Trocknen	88 "

Trocknung bei 48°, Trockenzeit 2 Stunden.

Wassergehalt vor dem Trocknen	39 %	36 %	35 %
Keimkraft nach dem Trocknen	15 "	92 "	92 "

Diese Versuche zeigen, dass 70 und 60° C. für die Trocknung von feuchten Getreidesaaten gar zu hohe Temperaturen sind, und dass eine Temperatur von 50 oder 48° ebenfalls sehr schädlich wirken kann, wenn der Feuchtigkeitsgehalt des Getreides gross ist.

Trocknungsversuche mit nicht angefeuchtetem Getreide.

Es wurden darauf eine Reihe Versuche mit nicht angefeuchtetem Getreide gemacht. Ich will hier nicht die einzelnen Versuchsziffern angeben, sondern nur die allgemeinen Ergebnisse.

Das Trocknen bei 70° C. erhöhte bei meinen Versuchen die Keimkraft nur wenig oder gar nicht.

Das Trocknen bei 50° konnte nur in einzelnen Fällen die Keimkraft auf das Maximum erhöhen. Gewöhnlich wirkte die Temperatur von 50° auf die Keimkraft stark erniedrigend oder die Keimzeit bedeutend verlängernd.

Das Trocknen bei 40° bewirkte gewöhnlich erst eine Erniedrigung, dann eine Erhöhung der Keimkraft. Nach 8tägiger Trocknung bei 40° wurde stets volle Keimkraft erzielt, oft mit starker Beschleunigung des Keimens verbunden. Hiermit stimmen die Versuche HOTTERS überein. HOTTER erhielt bei einer Trockenzeit von 7 Tagen recht gute Keimziffern und nach 10 Tagen die volle Keimkraft.

Das Trocknen bei 30° konnte ebenfalls die Keimziffern zum Maximum erhöhen. Bei sehr unreifen Körnern war aber eine Trockenzeit von 10 Tagen nicht genügend.

Die Wirkung des Trocknens bei 50° mag durch folgendes Beispiel näher beleuchtet werden.

Ein Hafer, dessen Keimkraft zu 98 % erhöht werden konnte, wurde bei 50° getrocknet und lieferte dann folgende Keimziffern:

Ohne Trocknung	94 %, keimend in 19 Tagen.	
40 Minuten getrocknet . .	93 „ „ „ 21 „	
2 Stunden „ . .	90 „ „ „ 21 „	
6 „ „ . .	65 „ „ „ 21 „	(Keimen nicht beendigt).
2 Tage „ . .	89 „ „ „ 28 „	
4 „ „ . .	94 „ „ „ 27 „	
6 „ „ . .	95 „ „ „ 25 „	
8 „ „ . .	93 „ „ „ 23 „	

Die Wirkung des Trocknens bei 40° wird durch folgende Ziffern gezeigt. Ein Hafer keimte:

Ohne Trocknung		98.0 % in 20 Tagen.
2 Tage getrocknet	87 % in 7 Tagen,	98.5 „ „ 15 „
4 „ „	91 „ „ 7 „	98.5 „ „ 12 „
6 „ „	93 „ „ 7 „	98.0 „ „ 11 „
8 „ „	95 „ „ 7 „	97.5 „ „ 8 „

Die obengenannte Gerste II keimte:

Ohne Trocknung	4.0 %.
Nach 2 Tagen bei 37°	22.0 „ in 14 Tagen.
„ 4 „ „ 37°	50.0 „ „ 12 „
„ 6 „ „ 37°	98.0 „ „ 10 „
„ 8 „ „ 37°	99.5 „ „ 8 „

Keimungsversuche in Sand.

Die obengenannten Versuche hatten das gewünschte Resultat nicht geliefert. Ich hatte nach einer Methode gesucht, die Getreidekörner schnell zu voller Reife zu führen. Es war aber auch bei der besten Trocknungstemperatur zu viele Zeit erforderlich, um die volle Keimkraft hervorzubringen. Ich erinnerte mich dann, dass viele Kontrollanstalten wesentlich höhere Keimziffern in Sand oder im Boden als in den Thermostaten bekommen haben. Ich fand es darum notwendig, Versuche über die Keimung im Sandbette anzustellen.

Feiner Quarzsand wurde mit Wasser angefeuchtet und in Glasschalen ausgebreitet. Die Getreidekörner wurden in den Sand gesteckt und der Sand dann über den Körnern geebnet. Die Glasschalen wurden nicht bedeckt.

Eine Gerste, sonst zu 50 % keimend, zeigte im Sande die Keimziffer 90 %. Die höchste sonst erzielte Keimziffer war 98 %.

Eine zweite Gerste, sonst zu 4 % keimend, keimte im Sande zu 76 %. Höchste sonst erzielte Keimziffer 99.5 %.

Eine dritte Gerste, zu 76 % keimend, keimte im Sande zu 96 %. Höchste sonstige Ziffer 97 %.

Ein Roggen, nach meiner bisherigen Methode zu 83 % keimend, keimte im Sande zu 90 %. Sonst bekommene höchste Ziffer 92 %.

Die Keimung im Sande lieferte darum ohne Ausnahme erstaunlich höhere Keimziffern als die bei mir bisher angewandte Keimmethode.

Was war aber die Ursache dieser so hohen Keimziffern? Ich konnte keinen anderen Grund der so stark verschiedenen Keimungsergebnisse finden als den, dass bei meiner Keimmethode die Glasschalen bedeckt waren. Bei den Keimversuchen im Sande waren aber die Schalen nicht bedeckt. In der Sandoberfläche musste darum das Wasser unbehindert verdunsten und dabei das Keimbett abkühlen.

War aber die niedrigere Temperatur des Keimbettes die Ursache der höheren Keimziffern, so mussten Keimversuche in Leinwand-Konvoluten, bei niederer Temperatur angestellt, ebenfalls höhere Keimziffern liefern. Darüber angestellte Versuche lieferten folgende Ergebnisse.

Die Keimung bei niederer Temperatur.

Die obengenannte dritte Gerste, jetzt nach meiner bisherigen Methode zu 84 % keimend, keimte bei 10° C. zu 97 %.

Der obengenannte Roggen keimte bei 7° zu 92 %.

Eine vierte Gerste, nach meiner bisherigen Methode zu 67 % keimend und im Sand zu 86 % keimend, keimte jetzt bei 7° zu 98 %.

Von einer fünften Gerste keimten in Leinwand-Konvoluten:

	Bei 20°	Bei 10°
In 7 Tagen	81 %	98 %
„ 9 „	84 „	99 „
„ 17 „	90 „	—

Diese Ziffern zeigen ganz deutlich, dass der Vorteil der Sandkeimungsmethode in der niedrigeren Keimtemperatur liegt. Sie zeigen dazu, dass, wenn nur niedrige Temperaturen bei der Keimung benutzt werden, die Konvolutmethoden noch höhere Keimziffern liefern als die Methode der Sandkeimung.

Es war darum hier schliesslich eine Methode gewonnen, die Keimkraft von unreifen Getreidesaaten schnell zu bestimmen. Man muss nur die Keimversuche bei niedriger Temperatur anstellen, um auch bei unreifen Getreidesaaten gute Keimziffern zu bekommen. Über die allgemeine Gültigkeit der Methode wird unten weiter berichtet.

Die Keimung bei verschiedenen Temperaturen.

Da die Temperatur einen so grossen Einfluss auf die Keimungsresultate ausübte, war es notwendig, diesen Einfluss genauer zu untersuchen. Es wurden darum die folgenden Versuche angestellt.

Ein Thermostat mit 10 Abteilungen wurde zu diesen Versuchen aufgestellt. Derselbe wurde so geordnet, dass das eine Ende des Thermostaten durch Eis fast bis 0° abgekühlt, das andere aber durch eine Gasflamme zu beliebiger Temperatur erwärmt werden konnte. Jede Abteilung wurde mit einem Thermometer versehen. Der ganze Apparat wurde gut isoliert.

Die Getreidesaaten wurden zum Keimen in dem Thermostaten teils in Filz-Konvoluten, teils in Leinwand-Konvoluten eingelegt. Es zeigte sich aber, dass Filz-Konvolute ein weniger gutes Keimbett waren. Durch die bei der Keimung entwickelte Wärme erhöhte sich die Temperatur zu stark. Bei einer Temperatur von 28 bis 31° in den Thermostaten war darum in den Filz-Konvoluten keine Keimung mehr zu bekommen. Die in Filz-Konvoluten gemachten Versuche hatten darum nicht die volle Beweiskraft. Es werden darum nur die in Leinwand-Konvoluten ausgeführten Versuche hier angeführt.

Leider standen bei diesen Versuchen Getreideproben von sehr niedrigen Reifegraden nicht länger zu Verfügung.

Eine Weizenprobe zeigte in dem Apparate folgende Keimziffern:

	Bei +7°	+10°	+13°	+15°	+17°	+19°	+22°	+25°
Nach 4 Tagen	—	—	50	70	74	65	45	23
„ 6 „	—	77	85	87	90	81	64	37
„ 8 „	61	88	90	89	91	87	74	47
„ 10 „	77	89	91	91	—	89	79	53
„ 12 „	86	90	—	—	—	—	82	60
„ 16 „	90	—	—	—	—	—	87	61

Die höchste, eine gute Keimung sichernde Temperatur lag hier bei 17 °. Bei 19 ° keimte der Weizen nicht länger vollständig.

Ein Hafer zeigte die folgenden Ziffern:

	Bei +7°	+10°	+13°	+15°	+17°	+19°	+22°	+25°
Nach 4 Tagen	—	—	—	30	61	66	62	38
„ 6 „	—	56	82	90	87	80	75	55
„ 8 „	25	80	94	92	93	86	85	70
„ 10 „	74	89	95	94	94	87	88	77
„ 12 „	87	92	—	—	—	—	89	80
„ 16 „	94	—	—	—	—	—	90	85

Die Keimung verlief hier ganz wie bei der Weizenprobe.

Eine Gerstenprobe zeigte folgendes Keimungsbild:

	Bei +7°	+10°	+13°	+15°	+17°	+19°	+22°	+25°
Nach 4 Tagen	31	75	94	95	94	92	80	41
„ 6 „	84	97	97	96	96	94	83	48
„ 8 „	92	98	98	—	—	96	87	51
„ 10 „	95	—	—	—	—	—	91	58
„ 12 „	96	—	—	—	—	—	92	67
„ 16 „	97	—	—	—	—	—	—	74

Die Keimung war hier bei + 19 ° vollständig, nicht aber bei + 22 °.

Eine Roggenprobe aus Jemtland ergab folgende Keimziffern:

	Bei +7°	+10°	+13°	+15°	+17°	+19°	+22°	+25°
Nach 4 Tagen	34	84	89	87	86	80	80	55
„ 6 „	74	90	91	91	90	88	84	61
„ 8 „	84	92	—	—	—	90	86	66
„ 10 „	87	—	—	—	—	—	89	70
„ 12 „	89	—	—	—	—	—	90	73
„ 16 „	90	—	—	—	—	—	—	75

Die Keimung war hier bei 22 ° noch vollständig, nicht aber bei 25 °.

Eine Gerstenprobe, schon im Jahre 1897 geerntet,[1]) zeigte die Ziffern:

	Bei +4°	+10°	+13°	+15°	+17°	+21°	+27°	+34°
Nach 2 Tagen	—	—	—	—	34	41	54	24
„ 4 „	—	21	33	45	87	91	91	75
„ 6 „	35	73	89	90	91	—	—	76
„ 8 „	76	90	91	91	—	—	—	—
„ 10 „	87	91	—	—	—	—	—	—
„ 12 „	90	—	—	—	—	—	—	—

Diese Gerste konnte bei 27 ° noch vollständig auskeimen, nicht aber bei 34 °.

Eine zweite Gerste, ebenfalls im Jahre 1897 geerntet, keimte:

	Bei +17°	+22°	+28°	+37°
Nach 2 Tagen	96.5	96.5	96	15
„ 4 „	97.5	—	—	34

Diese Gerste verhielt sich darum etwa wie die vorige Gerste.

Die Resultate dieser Keimversuche.

Die oben beschriebenen Keimversuche zeigen:

1. Dass die Getreidesaaten allgemein bei niederen Temperaturen besser keimen als bei höheren Temperaturen.
2. Sie zeigen, dass die für die Getreidesaaten früher gewöhnlich vorgeschriebene Keimtemperatur von 20° C. zu hoch ist. Viele Muster nicht ganz reifen Getreides können bei dieser Temperatur nicht vollständig auskeimen, keimen aber gut bei niederer Temperatur und entwickeln sich darum auch in dem Boden vollständig.
3. Sie zeigen ferner, dass Getreidesaaten sich finden, die bei 17° vollständig keimen, nicht aber bei 19°. Wiederum finden sich Saaten, die bei 19° gut keimen, nicht aber bei 22°. Wieder andere keimen bei 22° gut, nicht aber bei 25°. Schliesslich finden sich Saaten, die bei 27° und 28° gut keimen, nicht aber bei 34° und 37°.

Bei späteren Versuchen mit Saaten, die aus dem kalten Jahre 1902 stammten, fand ich zahlreiche Saaten (Hafer, Gerste, Roggen), die sogar bei 15° nicht vollständig auskeimen konnten.

[1]) Alle diese Versuche sind im Frühjahr 1899 angestellt worden.

Hieraus muss man den Schluss ziehen, dass allerlei Reifegrade existieren. Die Getreidekörner können allerlei Reifegrade besitzen. Eine Getreidesaat, die bei + 15° nicht gut keimt, besitzt einen niedrigen Reifegrad. Wenn dasselbe Getreide, eine Zeitlang gelagert, bei 18° vollständig keimt, nicht aber bei 21°, ist der Reifegrad höher. Keimt das Getreide später gut bei 22°, nicht aber bei 25°, so ist der Reifegrad noch höher. Die volle Reife fehlt jedoch in allen diesen Fällen.

Der höchste Reifegrad.

Nach den oben mitgeteilten Erfahrungen steigt der Reifegrad rasch bei Sommertemperatur. Getreidesaaten, die einen Sommer hindurch gelagert waren, müssen darum als vollreif angesehen werden. Solches Getreide keimt, wie die folgenden Beispiele zeigen, rasch sogar bei 30°.

So keimte ein aus dem Jahre 1897 stammender schwarzer Fahnenhafer zu 97.5 % in 5 Tagen bei 30°.

Ein Ligowohafer, ebensolange gelagert, keimte bei 30° zu 94 % in 5 Tagen.

Ein Probsteierhafer, ebenfalls ein Jahr gelagert, keimte zu 93 % in 5 Tagen bei 30°.

Die obengenannten, ebenfalls im Jahre 1897 geernteten Gersten keimten vollständig bei 27 und 28°, nicht aber vollständig bei 34 und 37°. Die Temperatur von 30° ist darum sicherlich für die nordischen Getreidesaaten als die Grenztemperatur vollständiger Keimung anzusehen. Vollreif sind die Getreidesaaten, die sogar bei 30° rasch und vollständig auskeimen.

Theoretische Resultate dieser Untersuchung.

Die Untersuchung zeigt, dass die Getreidekörner zahlreiche Reifegrade besitzen, und dass diese Reifegrade durch verschiedene obere Temperaturgrenzen der vollständigen Keimung gekennzeichnet sind.

Ferner zeigt die Untersuchung, dass die Getreidekörner erst dann als vollreif anzusehen sind, wenn dieselben bei 30° schnell auskeimen können.

Dazu ist gezeigt worden, dass die Getreidekörner, ohne vollreif zu sein, doch vollständig auskeimen können, wenn nur die Keimtemperatur hinreichend niedrig ist.

Praktische Resultate der Untersuchung.

Bei der Untersuchung von Getreidesaaten sind die Keimversuche nicht bei 20°, sondern besser bei 13—15° anzustellen. Saaten, die bei 20° schlecht keimen, keimen ganz gut bei 15°. Bei 10° keimen manche Saaten wohl noch sicherer aus. Die Keimung bei 10° erfordert aber längere Zeit. Der Hafer erfordert meistens etwas höhere Temperaturen als die anderen Getreide, um schnell auszukeimen.

Wenn die Saaten so unreif sind, dass sie auch bei 13 bis 15° nicht gut auskeimen, muss man zum Vortrocknen seine Zuflucht nehmen. Das Vortrocknen bei 40° gibt am schnellsten die Vollreife. Nach 6—8tägiger Trocknung bei 40° keimt fast jede Getreideprobe schnell und vollständig sogar bei 20°. Nur im Herbste, kurz nach der Ernte scheint eine etwas längere Trocknungszeit bisweilen erforderlich zu sein..

Bei der Bestimmung der Keimkraft der Getreidesaaten stelle ich darum stets eine Probe der Ware zum Trocknen in einen auf 40° erhitzten, gut ventilierten Trockenschrank oder Thermostaten. Wenn der erste Keimversuch mit der nicht getrockneten Ware nach 6 oder 8 Tagen nicht genügende Keimziffern ergibt, wiederhole ich gleich den Keimversuch mit der in dem Thermostaten jetzt fertig getrockneten und schnell keimenden Probe.

Personalien.

Der Vorstand der Versuchs- und Kontrollstation zu Oldenburg, Prof. Dr. P. Petersen, tritt am 1. September 1907 in den Ruhestand; an seine Stelle ist Dr. F. Honcamp berufen worden.

Mitteilung aus der agrik.-chem. Versuchsstation zu Breslau.

Beitrag zur Bestimmung des Kalis nach der Überchlorsäuremethode in Düngemitteln, Boden, Schlamm, Stallmist, Ernteprodukten und dergl.

Von

Dr. V. SCHENKE (Ref.) unter Mitwirkung von Dr. P. KRÜGER.

Die Bestimmung des Kalis als überchlorsaures Kalium in Kalisalzen wurde nach der von der Versuchsstation Hildesheim angegebenen Vorschrift[1]) ausgeführt. Hierzu möchte ich bemerken, dass das Hauptaugenmerk auf die vollständige Ausfällung der Schwefelsäure zu richten ist, da anderenfalls infolge der Unlöslichkeit des Kaliumsulfates in Alkohol zu hohe Resultate erhalten werden. Aus demselben Grunde müssen, wie a. a. O. hervorgehoben ist, Phosphorsäure und Ammoniak vor der Fällung des Kaliumperchlorats entfernt werden. Andererseits darf aber nur ein geringer Überschuss von Baryumchlorid vorhanden sein, weil bei der Anwendung der vorgeschriebenen, ziemlich eng begrenzten Menge von überchlorsäurehaltigem Alkohol die Mengenverhältnisse der löslichen Perchlorate einer dementsprechenden Beschränkung unterworfen sind. Ferner muss zur sicheren Umwandlung der an flüchtige Säuren gebundenen Basen in Perchlorate, welche als solche, nicht aber als Chloride in überchlorsäurehaltigem Alkohol leicht löslich sind, die Salzsäure nach Zusatz der vorgeschriebenen Menge Überchlorsäure vollständig

[1]) Verhandlungen der XIX. Hauptversammlung zu Cassel 1903; Landw. Versuchs-Stationen Bd. LX.

verdampft werden. Man erreicht dies am einfachsten dadurch, dass man fast bis zur Trockne eindampft; sollte der Abdampfrückstand ganz trocken geworden sein, so verreibt man denselben zweckmässig mit 1—2 Tropfen verdünnter Überchlorsäure, bevor man die vorgeschriebenen 15 ccm 96 %igen Alkohols hinzufliessen lässt. Bei genauer Einhaltung dieser Einzelheiten erhält man auch stets zufriedenstellende Resultate.

Zur Kontrolle wurden die Kalibestimmungen nach der von H. Neubauer[1]) ausgearbeiteten (modifizierten Finkenerschen) Methode ausgeführt; das Kaliumplatinchlorid wurde zu Platin reduziert und dieses gewogen (K_2O = Pt . 0.48108).

Die Tabelle I führt die nach beiden Methoden analysierten Kalisalze auf.

Tabelle I.

Kalisalze.

No.	Überchlorsäuremethode. Angewandte Subst. 0.5 g:		Platinchloridmethode. Angewandt 0.4811 g:		Nach der Überchlorsäuremethode mehr (+) oder weniger (—) K_2O
	$KClO_4$ g	K_2O %	Pt g	K_2O %	%
1	0.1965	13.37	0.1327	13.27	+ 0.10
2	0.1765	12.01	0.1210	12.10	— 0.09
3	0.1640	11.15	0.1121	11.21	— 0.06
4	{0.2186 0.2182	14.87 14.85}	0.1466	14.66	+ 0.20
5	0.1942	13.42	0.1333	13.33	+ 0.09
6	{0.2134 0.2136	14.52 14.53}	0.1460	14.60	— 0.07
7	0.1770	12.04	0.1180	11.80	+ 0.24
8	{0.1798 0.1808	12.23 12.30}	0.1222	12.22	+ 0.05
9	0.1690	11.50	0.1164	11.64	— 0.14
10	0.1846	12.56	0.1278	12.78	— 0.22
11	0.1852	12.60	0.1234	12.34	+ 0.26
12	0.1794	12.21	0.1250	12.50	+ 0.29
13	0.2138	14.55	0.1473	14.73	— 0.18
14	0.1672	11.37	0.1142	11.42	— 0.05
15	0.1838	12.51	0.1266	12.66	— 0.15
16	0.2107	14.34	0.1435	14.35	— 0.01

[1]) Zeitschr. f. analyt. Chemie 39, S. 481 ff. (1900); vergl. Chem. Repert. d. Chem. Zeitung 1900, S. 290.

Noch Tabelle I.

No.	Überchlorsäuremethode. Angewandte Subst. 0.25 g:		Platinchloridmethode. Angewandt 0.4811 g:		Nach der Überchlorsäuremethode mehr (+) oder weniger (—) K_2O
	$KClO_4$ g	K_2O %	Pt g	K_2O %	%
17	0.2717	36.98	0.3722	37.22	— 0.24
18	0.2878	39.16	0.3910	39.10	+ 0.06
19	0.2924	39.79	0.3964	39.64	+ 0.15
20	0.3020	41.08	0.4065	40.65	+ 0.43
21	0.2840	38.64	{0.3810, 0.3832}	38.21	+ 0.43
22	{0.2809, 0.2817}	{38.21, 38.32}	0.3843	38.43	— 0.17

Zur Bestimmung des Kalis nach der Platinchloridmethode in Kalisuperphosphaten, Kali-Ammonsuperphosphaten, Mischdüngern, Stallmist, Ernteprodukten usw. wurde das Filtrat, falls nicht schon, wie bei Ernteprodukten usw., ein schwefelsaurer Aufschluss vorliegt, nach dem Ansäuern mit Schwefelsäure in einer Platinschale zur Trockne verdampft und durch vorsichtiges Glühen die Schwefelsäure, durch etwas stärkeres die Ammonsalze usw. zerstört. Man kann nach H. Neubauer[1]) zur sicheren Entfernung der Ammonsalze die Alkalisulfate bis zur deutlichen Rotglut erhitzen, ohne einen Verlust an Alkalisulfaten befürchten zu müssen. Die Sulfate der Alkalien wurden mit sehr verdünnter Salzsäure in Lösung gebracht — bei Gegenwart von Phosphorsäure können wesentliche Mengen schwer löslicher Alkaliverbindungen beim Digerieren mit Wasser allein ungelöst bleiben —, auf dem Wasserbad eingedampft, mit heissem Wasser unter öfterem Verreiben aufgenommen und filtriert und mit alkalifreier Kalkmilch im Überschuss (Indikator: Phenolphthalein) zwecks Ausfällung des Eisens, der Phosphorsäure, Tonerde und Magnesiasalze versetzt. In einem aliquoten Teil des nach halbstündigem Stehen gewonnenen Filtrates wurde nach dem Ansäuern mit Salzsäure das Kali nach der Platinchloridmethode bestimmt und als Platin gewogen; eine nicht zu grosse Menge Calciumchlorid hat auf die Genauigkeit des Analysenresultates

[1]) Zeitschr. f. analyt. Chemie 43, S. 29ff. (1904).

keinen Einfluss, falls das Auswaschen und Digerieren des Niederschlages mit genügender Sorgfalt vorgenommen wird.

Die Überchlorsäuremethode gelangte bei obengenannten Mischdüngemitteln usw. in folgender Weise zur Ausführung. Das salzsaure bezw. mit Salzsäure angesäuerte Filtrat wurde zur Kieselsäure-Abscheidung eingedampft, mit heissem Wasser aufgenommen und nach dem Zusatz von etwas Salzsäure die Schwefelsäure mit einem geringen Überschuss von Baryumchlorid gefällt. Ein aliquoter Teil des Filtrates wurde mit Ammoniak und kohlensaurem Ammoniak versetzt und zur Trockne verdampft; die Ammoniaksalze und organische Substanz wurden durch gelindes Glühen zerstört und der Rückstand durch wiederholtes Zerreiben und Digerieren mit heissem Wasser ausgelaugt; im Filtrat wurde das Kali nach der Perchloratmethode in üblicher Weise bestimmt.[1])

Der schwefelsaure Aufschluss der Ernteprodukte wurde in der Platinschale zur Trockne verdampft und zur Verjagung der freien Schwefelsäure schwach geglüht; der Rückstand wurde mit heissem Wasser und Salzsäure durch wiederholtes Digerieren aufgenommen und im Filtrat die Schwefelsäure gefällt. Ein aliquoter Teil des Filtrates wurde nach Zusatz von Ammoniak, kohlensaurem Ammoniak und ein wenig Eisenchlorid zur Trockne verdampft, schwach geglüht und der Rückstand durch wiederholtes Zerreiben und Auslaugen mit heissem Wasser aufgenommen; im Filtrat wurde das Kali nach der Perchloratmethode bestimmt.

Bei Erden, Teich- und Grabenschlamm usw. wurde eine seit Jahren hier erprobte abgekürzte Methode zur Bestimmung des Kalis angewandt.

Die auf übliche Weise gewonnene salzsaure Lösung wurde zur Trockne verdampft; bei sehr kalkarmen Böden ist es zweckmässig, etwas reine Calciumchloridlösung hinzuzufügen, zur Bindung der Phosphorsäure usw. Der Rückstand wurde in der Platinschale zerrieben und schwach geglüht bis zur Zerstörung der Ammonsalze und organischen Substanz. Nach wiederholtem Zerreiben des Rückstandes und Auslaugen mit heissem Wasser wurde im Filtrat nach dem Ansäuern mit Salzsäure das Kali nach der Platinchloridmethode von H. Neubauer bestimmt. Da das Filtrat keine Phosphorsäure enthält, kann der ausgelaugte

[1]) Hasenbäumer, Chem. Zeitung 1904, 28, S. 210.

Glührückstand mitsamt Filter mit konzentrierter Schwefelsäure aufgenommen und gleichzeitig die Phosphorsäure nach der von mir ausgearbeiteten Zitratmethode[1]) im Filtrat bestimmt werden.

Bei Anwendung der Überchlorsäuremethode in Boden-, Schlammauszügen und dergl. wurde zur Abscheidung der Schwefelsäure und eventuellen Bindung der Phosphorsäure der salzsaure Auszug vor dem Eindampfen mit einigen Tropfen 30 %iger Baryumchloridlösung versetzt, zur Trockne verdampft, fein zerrieben und schwach geglüht. Durch diese Behandlung sind Eisen, Tonerde und Mangan als basische Salze und Kieselsäure wie Phosphorsäure unlöslich geworden. Ein Zusatz von Eisenchlorid ist demnach überflüssig; durch Zusatz desselben im Überschuss wird ausserdem das Filtrat des Rückstandes häufig eisenhaltig und beeinflusst die Resultate. Der obenbezeichnete Glührückstand wird unter wiederholtem Zerreiben mit heissem Wasser ausgelaugt und in dem mit Salzsäure versetzten und eingeengten Filtrat das Kali mittels Überchlorsäure bestimmt. Zirka 2 ccm 20 %ige Überchlorsäure bilden bei Anwendung von 20—30 g gewöhnlichen Bodens einen genügenden Überschuss (s. die Tabelle II).

Tabelle II.

Ernteprodukte.

No.	Platinchloridmethode. Angewandt 3.2 g:		Perchloratmethode. Angewandt 3.2 g:		Nach der Perchloratmethode mehr (+) oder weniger (—) K_2O
	Pt g	K_2O %	$KClO_4$ g	K_2O %	%
			Rapskörner, lufttrocken.		
1	0.0788	1.19	0.1010	1.07	— 0.12
2	0.0770	1.16	0.1118	1.19	+ 0.03
3	0.0770	1.16	0.1078	1.15	+ 0.01
4	0.0740	1.11	0.1042	1.11	± 0.00
5	0.0752	1.13	0.1010	1.07	— 0.06
6	0.0785	1.18	0.1024	1.08	— 0.10
7	0.0752	1.13	0.0985	1.05	— 0.08
8	0.0679	1.02	0.1070	1.14	+ 0.12

[1]) V. Schenke, Beitrag zur Bestimmung der Phosphorsäure usw.; Landw. Versuchs-Stationen 1905.

Noch Tabelle II.

No.	Platinchloridmethode. Angewandt 3.2 g:		Perchloratmethode. Angewandt 3.2 g:		Nach der Perchloratmethode mehr (+) oder weniger (—) K_2O
	Pt g	K_2O %	$KClO_4$ g	K_2O %	%
			Rapsstroh, lufttrocken.		
9	0.1140	1.71	0.1537	1.63	— 0.08
10	0.1270	1.91	0.1840	1.96	+ 0.05
11	0.1212	1.82	0.1690	1.80	— 0.02
12	0.1180	1.77	0.1742	1.85	+ 0.08
13	0.1030	1.55	0.1496	1.59	+ 0.04
14	0.1030	1.55	0.1473	1.57	+ 0.02
15	0.1312	1.98	0.1838	1.95	— 0.03
16	0.1023	1.53	0.1612	1.71	+ 0.18
17	0.1164	1.75	0.1563	1.63	— 0.12
18	0.0880	1.33	0.1190	1.27	— 0.06
			Sommerroggen (Körner), lufttrocken.		
19	0.0524	0.79	0.0762	0.81	+ 0.02
20	0.0475	0.71	0.0556	0.59	— 0.12
21	0.0475	0.71	0.0645	0.69	— 0.02
22	0.0480	0.72	0.0664	0.71	— 0.01
23	0.0503	0.76	0.0706	0.74	— 0.02
24	0.0458	0.69	0.0619	0.66	— 0.03
25	0.0492	0.74	0.0645	0.69	— 0.05
26	0.0450	0.68	0.0615	0.65	— 0.03
27	0.0503	0.76	0.0677	0.72	— 0.04
28	0.0457	0.69	0.0654	0.70	+ 0.01
			Sommerroggen (Stroh), lufttrocken.		
29	0.0908	1.37	0.1256	1.34	— 0.03
30	0.1298	1.95	0.1815	1.93	— 0.02
31	0.1211	1.83	0.1714	1.82	± 0.00
32	0.1226	1.84	0.1748	1.86	+ 0.02
33	0.0950	1.43	0.1306	1.39	— 0.04
34	0.0695	1.05	0.0956	1.02	— 0.03
35	0.1167	1.76	0.1670	1.78	+ 0.02
36	0.0966	1.45	0.1412	1.50	+ 0.05
37	0.1110	1.67	0.1612	1.71	+ 0.04
38	0.0812	1.22	0.1128	1.23	+ 0.01

Noch Tabelle II.

Verschiedenes.

Nummer	Platinchloridmethode:				Perchloratmethode:			Nach der Perchloratmethode mehr (+) oder weniger (—) K_2O
	Pt g	Art der Substanz	Substanz g	K_2O %	$KClO_4$ g	Substanz g	K_2O %	%
1	0.0172		10	0.083	0.0235	10	0.080	— 0.003
2	0.0200	1—4	10	0.096	0.0300	10	0.102	+ 0.006
3	0.0193	Boden	10	0.093	0.0280	10	0.095	+ 0.002
4	0.0216		20	0.052	0.0275	20	0.047	— 0.005
5	0.0220	5 u. 6	10	0.106	0.0257	8	0.109	+ 0.003
6	0.0156	Teichschlamm	10	0.075	0.0210	10	0.071	— 0.004
7	0.1076	7 u. 8 lufttr.	2.0	2.59	0.1207	1.6	2.57	— 0.02
8	0.0520	Schweinemist	1.6	1.56	0.0770	1.6	1.64	+ 0.08
9	0.0850	9 u. 10	0.9622	4.25	0.1180	0.9622	4.17	— 0.08
10	0.1366	Kali-(Ammon-)	0.80	8.11	0.2370	1	8.06	— 0.10
	0.1348	Superphosphat		8.21				
11	0.0096	11 u. 12	1	0.46	0.0120	1	0.41	— 0.05
12	0.0084	Kartoffeldünger	1	0.40	0.0120	1	0.41	+ 0.01

Die Übereinstimmung der unter Beobachtung oben beschriebener Einzelheiten nach der Platinchlorid- und der Überchlorsäuremethode gewonnenen Resultate ist als eine durchschnittlich gute zu bezeichnen. Unter den Kalisalzen erreichten die höchste Differenz No. 11 und 12, und zwar ein Plus auf seiten der Überchlorsäuremethode, das sich wie 2.1 bezw. 2.3:100 Teilen Kali verhält, aber doch noch als eine innerhalb der erlaubten Fehlergrenze liegende Analysendifferenz gelten darf, da dieselbe im einzelnen Salze 0.26 bezw. 0.29 % Kali nicht übersteigt. Die übrigen Differenzen der Tabelle I fallen meistens unter das Verhältnis von 1:100 Teilen Kali; auch bei den konzentrierten Kalisalzen (No. 20 und 21) übersteigen die scheinbar hohen Differenzen von 0.43 % Kali im einzelnen Salze nur wenig das Verhältnis von 1:100 Teilen Kali. Ebenso dürften die Resultate der Tabelle II Anspruch auf genügende analytische Genauigkeit machen.

Dem Schluss möchte ich noch eine III. Tabelle anfügen, nach welcher der Prozentgehalt an Kali aus dem gewogenen Kaliumperchlorat berechnet ist, und zwar bei Anwendung von 0.5 g Substanz (hauptsächlich für Kainite, Karnallite, Sylvinite,

Kieserite usw.). Bei 40 %igen Kalisalzen muss bei Anwendung von nur 0.25 g Substanz das Analysenresultat verdoppelt, bei Anwendung von 1 g Substanz (wie z. B. bei Mischdünger usw.) halbiert werden, um die Prozentzahlen abzulesen.

Tabelle III. Ermittelung des Prozentgehaltes an Kali aus der gewogenen Menge Kaliumperchlorat bei Anwendung von 0.5 g Substanz.

Faktor 0.68038, internat. Atomgew. 1903.

Von V. Schenke.

$KClO_4$ g	K_2O %	$KClO_4$ g	K_2O %	$KClO_4$ g	K_2O %
0.000	0.000	0.033	2.245	0.066	4.488
1	0.068	4	2.313	7	4.556
2	0.136	5	2.382	8	4.624
3	0.204	6	2.450	9	4.692
4	0.272	7	2.518	0.070	4.760
5	0.340	8	2.586	1	4.828
6	0.408	9	2.654	2	4.896
7	0.476	0.040	2.722	3	4.964
8	0.545	1	2.790	4	5.032
9	0.613	2	2.858	5	5.100
0.010	0.680	3	2.924	6	5.168
1	0.748	4	2.992	7	5.236
2	0.816	5	3.060	8	5.304
3	0.884	6	3.128	9	5.372
4	0.952	7	3.196		
5	1.020	8	3.262		
6	1.088	9	3.330		
7	1.156	0.050	3.400		
8	1.225	1	3.468		
9	1.293	2	3.536		
0.020	1.361	3	3.602		
1	1.429	4	3.670		
2	1.497	5	3.738		
3	1.565	6	3.806		
4	1.633	7	3.872		
5	1.701	8	3.940		
6	1.769	9	4.009		
7	1.837	0.060	4.080		
8	1.904	1	4.148		
9	1.973	2	4.216		
0.030	2.042	3	4.284		
1	2.109	4	4.352		
2	2.177	5	4.420		

Proportionalteile für 1/10 bis 9/10 mg $KClO_4$:

$KClO_4$ g	K_2O %
0.0001	0.0068
0.0002	0.0136
0.0003	0.0204
0.0004	0.0272
0.0005	0.0340
0.0006	0.0408
0.0007	0.0476
0.0008	0.0544
0.0009	0.0612

Noch Tabelle III.

$KClO_4$ g	K_2O %	$KClO_4$ g	K_2O %	$KClO_4$ g	K_2O %
0.080	5.443	0.120	8.16	0.160	10.89
1	5.510	1	8.23	1	10.95
2	5.578	2	8.30	2	11.02
3	5.646	3	8.37	3	11.08
4	5.712	4	8.44	4	11.15
5	5.780	5	8.50	5	11.23
6	5.850	6	8.57	6	11.30
7	5.920	7	8.64	7	11.36
8	5.988	8	8.71	8	11.43
9	6.056	9	8.78	9	11.50
0.090	6.124	0.130	8.85	0.170	11.57
1	6.192	1	8.91	1	11.64
2	6.260	2	8.98	2	11.70
3	6.328	3	9.05	3	11.77
4	6.396	4	9.12	4	11.84
5	6.464	5	9.18	5	11.90
6	6.532	6	9.25	6	11.97
7	6.600	7	9.32	7	12.04
8	6.668	8	9.39	8	12.11
9	6.736	9	9.45	9	12.18
0.100	6.805	0.140	9.53	0.180	12.25
1	6.87	1	9.59	1	12.32
2	6.94	2	9.66	2	12.39
3	7.01	3	9.73	3	12.45
4	7.08	4	9.79	4	12.52
5	7.14	5	9.86	5	12.59
6	7.21	6	9.93	6	12.66
7	7.28	7	10.00	7	12.73
8	7.35	8	10.07	8	12.79
9	7.42	9	10.13	9	12.86
0.110	7.48	0.150	10.21	0.190	12.93
1	7.55	1	10.27	1	13.00
2	7.62	2	10.34	2	13.07
3	7.69	3	10.41	3	13.13
4	7.76	4	10.48	4	13.20
5	7.82	5	10.54	5	13.27
6	7.89	6	10.61	6	13.34
7	7.96	7	10.68	7	13.41
8	8.03	8	10.75	8	13.48
9	8.10	9	10.81	9	13.54

Noch Tabelle III.

$KClO_4$ g	K_2O %	$KClO_4$ g	K_2O %	$KClO_4$ g	K_2O %
0.200	13.61	0.240	16.33	0.280	19.04
1	13.68	1	16.40	1	19.11
2	13.75	2	16.47	2	19.18
3	13.81	3	16.53	3	19.25
4	13.88	4	16.60	4	19.32
5	13.95	5	16.67	5	19.39
6	14.02	6	16.74	6	19.45
7	14.09	7	16.80	7	19.52
8	14.16	8	16.87	8	19.59
9	14.22	9	16.94	9	19.66
0.210	14.29	0.250	17.01	0.290	19.73
1	14.36	1	17.08	1	19.79
2	14.43	2	17.15	2	19.86
3	14.49	3	17.21	3	19.93
4	14.56	4	17.28	4	19.99
5	14.63	5	17.35	5	20.06
6	14.70	6	17.42	6	20.13
7	14.77	7	17.48	7	20.20
8	14.84	8	17.55	8	20.27
9	14.90	9	17.62	9	20.34
0.220	14.97	0.260	17.69	0.300	20.41
1	15.04	1	17.76	1	20.48
2	15.11	2	17.83	2	20.54
3	15.17	3	17.89	3	20.61
4	15.24	4	17.96	4	20.68
5	15.31	5	18.03	5	20.75
6	15.38	6	18.10	6	20.81
7	15.45	7	18.16	7	20.88
8	15.51	8	18.23	8	20.95
9	15.58	9	18.30	9	21.02
0.230	15.65	0.270	18.37	0.310	21.09
1	15.72	1	18.44	1	21.16
2	15.78	2	18.51	2	21.23
3	15.85	3	18.57	3	21.29
4	15.92	4	18.64	4	21.36
5	15.99	5	18.70	5	21.43
6	16.06	6	18.77	6	21.50
7	16.12	7	18.84	7	21.56
8	16.19	8	18.91	8	21.63
9	16.26	9	18.97	9	21.70

Noch Tabelle III.

$KClO_4$ g	K_2O %	$KClO_4$ g	K_2O %	$KClO_4$ g	K_2O %
0.320	21.77	0.360	24.49	0.440	29.94
1	21.84	2	24.64	2	30.08
2	21.90	4	24.77	4	30.22
3	21.97	6	24.91	6	30.34
4	22.04	8	25.04	8	30.48
5	22.11				
6	22.18	0.370	25.18	0.450	30.62
7	22.25	2	25.32	2	30.76
8	22.32	4	25.45	4	30.89
9	22.39	6	25.58	6	31.02
		8	25.72	8	31.16
0.330	22.45				
1	22.52	0.380	25.86	0.460	31.30
2	22.59	2	26.00	2	31.44
3	22.66	4	26.14	4	31.56
4	22.73	6	26.26	6	31.70
5	22.79	8	26.40	8	31.84
6	22.86				
7	22.93	0.390	26.54	0.470	31.98
8	23.00	2	26.68	2	32.11
9	23.07	4	26.82	4	32.24
		6	26.96	6	32.38
0.340	23.13	8	27.08	8	32.52
1	23.20				
2	23.27	0.400	27.22	0.480	32.66
3	23.34	2	27.36	2	32.80
4	23.41	4	27.49	4	32.94
5	23.47	6	27.62	6	33.06
6	23.54	8	27.76	8	33.20
7	23.61				
8	23.68	0.410	27.90	0.490	33.34
9	23.74	2	28.04	2	33.47
		4	28.18	4	33.60
0.350	23.81	6	28.31	6	33.74
1	23.87	8	28.44	8	33.88
2	23.94				
3	24.01	0.420	28.58	0.500	34.02
4	24.08	2	28.72	2	34.16
5	24.14	4	28.85	4	34.29
6	24.21	6	28.98	6	34.42
7	24.28	8	29.02	8	34.56
8	24.35				
9	24.42	0.430	29.26	0.510	34.70
		2	29.40	2	34.83
		4	29.54	4	34.96
		6	29.67	6	35.10
		8	29.80	8	35.24

Noch Tabelle III.

$KClO_4$ g	K_2O %	$KClO_4$ g	K_2O %	$KClO_4$ g	K_2O %
0.520	35.38	0.568	38.64	0.614	41.76
2	35.52			6	41.90
4	35.65	0.570	38.77	8	42.04
6	35.78	2	38.90		
8	35.92	4	39.04	0.620	42.18
		6	39.18	2	42.32
0.530	36.06	8	39.32	4	42.45
2	36.19			6	42.58
4	36.32	0.580	39.45	8	42.72
6	36.46	2	39.58		
8	36.60	4	39.72	0.630	42.86
		6	39.85	2	42.99
0.540	36.74	8	39.89	4	43.12
2	36.88			6	43.26
4	37.01	0.590	40.12	8	43.40
6	37.14	2	40.26		
8	37.27	4	40.40	0.640	43.54
		6	40.54	2	43.67
0.550	37.40	8	40.68	4	43.80
2	37.54			6	43.94
4	37.68	0.600	40.82	8	44.08
6	37.81	2	40.95		
8	37.94	4	41.08	0.650	44.22
		6	41.22	2	44.36
0.560	38.08	8	41.36	4	44.50
2	38.22			6	44.63
4	38.36	0.610	41.49	8	44.77
6	38.50	2	41.62	0.660	44.91

Endlich möchte ich noch erwähnen, dass man auch bei 40 %igen Kalisalzen 0.5 g Substanz, ohne die Genauigkeit des Analysenresultates zu gefährden, anwenden kann; hierzu genügen nach meinen bisherigen Erfahrungen ca. 6 ccm 20 %iger Überchlorsäure und ca. 80 ccm alkoholischer Waschflüssigkeit.

Mitteilung der landwirtschaftlichen Versuchsstation in Marburg.

Versuche über die Einwirkung von Flugstaub auf Boden und Pflanzen.

Von

EMIL HASELHOFF.[1]

(Hierzu Tafel I und II.)

Bei den Klagen über die Belästigungen durch Rauch hat man anfänglich weniger an die gasförmigen, unsichtbaren Verbindungen des Rauches gedacht, welche späterhin bei Vegetationsschäden durch Rauch meistens in erster Linie beachtet wurden, sondern mehr an die den Flugstaub bildenden festen Rauchbestandteile, weil diese dem Auge wahrnehmbar und auch auf den dadurch befallenen Pflanzen usw. leicht zu erkennen waren. Aus letzterem Grunde hat man früher auch vielfach die schädlichen Einwirkungen von Flugstaub auf Boden und Pflanzen überschätzt, hinsichtlich der Pflanzen vor allem, weil man glaubte, dass durch eine Flugstaubdecke die Lichtwirkung auf den Chlorophyllapparat der Pflanzen vermindert werde, oder dass durch die feinen Flugstaubteilchen die Spaltöffnungen verstopft würden und so der Luftaustausch herabgesetzt werden könnte. Wir dürfen heute mit Sicherheit sagen, dass Beeinträchtigungen des Pflanzenwachstums solcher Art durch den Flugstaub im allgemeinen in erheblichem Grade nicht zu befürchten sind. Inwieweit sonst eine Schädigung der Pflanzen und ferner auch

---

[1]) An der Ausführung der Versuche waren beteiligt: Dr. Süchting, Bredemann und Dr. Schätzlein, an der Analysierung der Flugstaubproben und Ernteprodukte: Dr. Mach, Dr. Kortenbach, Dr. Overhof und Bartels; die Zeichnungen sind von Dr. Kaphahn angefertigt.

des Bodens durch den Flugstaub bezw. seine Bestandteile eintreten kann, wird wesentlich von der Herkunft und der Art des Flugstaubes und der dadurch bedingten Zusammensetzung abhängen. Letztere ist je nach dem verwendeten Brennmaterial oder je nach der Art des Betriebes, aus dem der Flugstaub stammt, verschieden. Aus den Brennmaterialien kommen als feste Flugstaubteilchen feinverteilter Kohlenstaub (Russ), der sich bei der unvollkommenen Verbrennung abscheidet, und Ascheteilchen, zu denen noch Erzteilchen, welche von den Verbrennungsgasen mechanisch mit fortgeführt werden, oder andere aus den Betrieben in Gas- oder Dampfform entweichende Substanzen treten, welche sich bei der Kondensation niederschlagen. Dass die Bemühungen, diese Verluste zu vermeiden, bisher nicht von einem vollen Erfolge gekrönt gewesen sind, beweisen uns die vorliegenden Flugstaubanalysen.[1])

Die Versuche, welche über die Einwirkung des Flugstaubes auf Boden und Pflanzen Aufschluss geben sollen, sind bis heute nicht sehr zahlreich. Allerdings lassen andere Versuche, durch welche der Einfluss einzelner, im Flugstaube vorhandener Verbindungen auf das Pflanzenwachstum geprüft werden sollte, Schlüsse auf die Wirkung des Flugstaubes zu. Es erübrigt sich, im einzelnen auf diese Versuche hier einzugehen; ich kann auf die Zusammenstellung dieser Versuche verweisen.[2]) Als allgemeine Schlussfolgerung aus den bisher vorliegenden Untersuchungen können wir festhalten, dass der eigentliche Russ, also die unverbrannten Kohleteilchen des Rauches, für den Boden und das Pflanzenwachstum unter gewöhnlichen Verhältnissen ungefährlich ist. Bei den übrigen Bestandteilen kann von einer schädlichen Wirkung auf den Boden nur dann die Rede sein, wenn sie in Wasser löslich sind, oder im Boden in eine wasserlösliche Verbindungsform übergeführt werden können; für die Pflanzen bilden sie in dem gleichen Falle eine Gefahr, wenn sie in staubförmigem Zustande auf die betauten oder benetzten Blätter gelangen.

Bevor ich auf unsere Versuche eingehe, möchte ich bemerken, dass es sich hierbei nur um die Einwirkung des Flugstaubes

---

[1]) Vergl. HASELHOFF und LINDAU: Beschädigung der Vegetation durch Rauch. Verlag von Gebrüder BORNTRAEGER, Leipzig, 1903, S. 325.

[2]) Ebenda S. 329.

auf das Gedeihen und die Zusammensetzung der Pflanzen handelt, dass dagegen die Beeinträchtigung der Brauchbarkeit der vom Flugstaub befallenen Pflanzen für besondere Nutzungszwecke, z. B. für die Verfütterung, ganz ausser Frage bleibt; in letzterer Hinsicht wird die Art des Flugstaubes und die Stärke des Befalles der Pflanzen durch denselben von entscheidender Bedeutung sein und es ist sehr wohl denkbar, dass hier ein geringer Befall, der das Gedeihen der Pflanzen nicht oder nur in so unerheblichem Maſse beeinflusst, dass der Nachweis schwierig ist, doch schon als nachteilig anzusehen ist.[1])

Zu den in den letzten Jahren an der hiesigen Versuchsstation ausgeführten Versuchen war uns Flugstaub aus verschiedenen Betrieben in entgegenkommendster Weise zur Verfügung gestellt worden. Es handelt sich dabei im wesentlichen um Flugstaub aus der Verfeuerung von Brennmaterialien (Steinkohlen, Braunkohlen). Dazu tritt in der Praxis vielfach noch Flugstaub aus der eigentlichen Fabrikation, welcher bei unseren Versuchen wegen Mangels geeigneten Materials eine Berücksichtigung nicht gefunden hat; hierauf muss besonders hingewiesen werden, damit die Ergebnisse unserer Versuche nicht falsch gedeutet und sie auf Fälle anderer Art übertragen und angewendet werden. In letzter Hinsicht möchte ich hinweisen auf die anerkannte Schädigung durch Sodastaub,[2]) Kohlenstaub und Flugasche aus Brikettfabriken[3]) usf.

Zu unseren Versuchen standen zur Verfügung:

A. Flugstaub aus Steinkohlenfeuerung von:

I. Dampfkesselanlage einer Ziegelei,
II. " " "
III. " eines Hochofenwerkes,
IV. " einer chemischen Fabrik (Superphosphat etc.),
V. Hochöfen,
VI. "
VII. "

---

[1]) Haselhoff und Lindau a. a. O., S. 364.

[2]) Ebenda S. 355 und Landw. Versuchs-Stationen 20, 392 und Landw. Jahrbücher 21, 407.

[3]) Entscheidung des Reichsgerichts vom 11. November 1906, nach: Landw. Zeitschr. Rheinpreussen, 1907, 8, 7.

B. Flugstaub aus Braunkohlenfeuerung von:

VIII. Kaliwerk,
IX. Chemischer Fabrik (Superphosphat),
X. Braunkohlenbrikett-, Ziegelstein- und Tonröhrenfabrik,
XI. „ „ „ „
XII. Chemische Fabrik (Anilinfarben),
XIII. „ „ (Kaliwerk, aus Dampfkesselanlage),
XIV. „ „ „ „ „
XV. „ „ (Alkali- und Erdalkalisalze, Zyanide),
XVI. „ „ (Alkali- und Erdalkalisalze).

Die Flugstaubproben enthielten in der Trockensubstanz:

(Siehe die Tabelle auf S. 161.)

Die unter No. 11 aufgeführte Probe ist nicht ein eigentlicher Flugstaub, sondern eine Kesselasche einer chemischen Fabrik; dieselbe war dem Flugstaube beigefügt, damit ihre Zusammensetzung festgestellt werde, und wurde weiter, ebenso wie die Flugaschen, hinsichtlich ihrer Wirkung, auf Boden und Pflanzen geprüft. Nach der oben angegebenen Zusammensetzung der Flugaschen können als schädliche Bestandteile nur Natriumsulfat und Natriumchlorid und in geringer Menge vielleicht noch Sulfide des Calciums und Natriums bezw. deren Zersetzungsprodukte in Frage kommen. Infolgedessen wurden zur Ergänzung der Versuche mit Flugstaub auch noch die Einwirkung dieser Salze auf das Pflanzenwuchstum geprüft.

Die Versuche wurden in der Weise ausgeführt, dass die zu prüfenden Substanzen entweder dem Boden beigemischt oder damit Pflanzen bestäubt wurden.

a) Flugstaub dem Boden beigemischt.

Der Versuchsboden war ein sandiger Lehmboden, welcher in Töpfe von 300 qcm Oberfläche und 8 kg Inhalt gefüllt wurde. Die wasserfassende Kraft des Bodens betrug 32.7 %, der Feuchtigkeitsgehalt des Bodens wurde während des Versuches einmal auf den für Kulturen normalen Gehalt von 60 % der festgestellten Wasserkapazität des Bodens gehalten und in einer zweiten Reihe auf den höheren Gehalt von 90 %, um festzustellen, ob der durch diesen höheren Feuchtigkeitsgehalt verminderte Luftzutritt zum Boden und die hierdurch veranlasste Zersetzung der Sulfide nachteilig auf das Pflanzenwachstum ein-

Flugasche:	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	XI.	XII.	XIII.	XIV.	XV.	XVI.
Organische Substanz (Glühverlust) . .	3.62	2.95	0.71	2.45	2.59	0.71	1.07	15.96	0.14	2.94	1.33	4.24	1.85	1.73	2.41	1.34
Stickstoff	0.086	0.139	0	0.050	0.025	0.007	0	0.428	0.001	0.081	0.026	0.033	0.041	0.022	0.025	0
Eisenoxyd	8.36	10.86	12.86	8.95	19.59	26.83	15.34	0.83	16.61	14.97	13.55	17.31	14.97	0.72	0.55	3.00
Tonerde	2.86	4.52	3.94	1.62	6.71	5.62	6.14	4.94	6.56	6.19	6.62	4.93	5.05	3.72	3.12	1.63
Manganoxyduloxyd .	0.46	0.52	0.69	1.13	6.07	5.69	10.86	0.62	1.00	5.07	3.87	1.22	0.41	0.72	0.72	0.81
Kalk.	3.01	3.37	2.67	2.03	14.51	13.75	15.89	28.33	17.63	35.50	38.07	32.07	27.54	18.91	36.25	34.88
Magnesia	1.03	1.26	2.77	3.44	4.01	3.54	6.71	4.79	6.80	2.94	3.39	3.31	2.51	2.91	5.80	4.20
Kali	0.59	0.59	0.48	0.41	6.52	12.77	8.22	0.39	0.63	0.34	0.25	0.20	0.49	0.52	0.67	0.59
Natron	0.30	0.30	0.50	0.46	7.16	2.83	2.61	0.01	0.20	1.98	1.29	0.15	0.24	16.63	5.46	4.90
Schwefelsäure. . .	3.57	5.31	4.41	2.05	9.09	2.61	9.20	26.94	12.46	21.93	25.90	17.35	28.31	38.58	33.02	33.20
Nicht als Schwefelsäure gebundener Schwefel. . . .	0.18	0.18	0.04	0.11	0.10	0.04	0.01	1.30	0.52	1.75	1.68	2.21	0.47	0.31	0.82	1.00
Chlor	0	0	0.04	0.17	0.25	2.31	2.01	0.69	0.27	0.05	0.05	0.04	0.11	3.46	1.56	1.52
Phosphorsäure . .	0.93	1.18	0.81	0.52	1.54	0.99	0.98	0.10	0.07	0.25	0.19	0.43	0.43	0.10	0.06	0.25

wirkte. Der Versuchsboden wurde gleichmässig mit Kalk, Kali, Phosphorsäure und Stickstoff gedüngt; letzterer wurde in 3 Gaben als Kopfdünger gegeben. Der Flugstaub wurde mit der oberen Hälfte des Bodens vermischt und zwar wurden auf 4 kg Boden 40 g Flugstaub, also 1 % des Bodengewichts gegeben. Als Versuchspflanze diente Sommergerste, von der am 17. Mai je 12 Körner in jeden Versuchstopf gebracht wurden. Der Aufgang der Pflanzen war ein gleich- und regelmässiger mit Ausnahme derjenigen Reihen, in denen der Boden mit den Flugaschen No. VI, VIII, XIV, XV, XVI versetzt worden war, und zwar war diese Verzögerung des Aufganges in beiden Versuchsreihen in demselben Grade zu konstatieren. Der mit der Flugasche No. XIV vermischte Boden witterte stark aus, indem sich auf der Oberfläche eine weisse Kruste bildete; die nähere Untersuchung ergab, dass es sich dabei um Natriumsulfat neben etwas Calciumsulfat handelte. Eine ähnliche Beobachtung, aber in weit geringerem Grade wurde auch in dem mit der Flugasche No. XVI vermischten Boden gemacht. Auch im weiteren Verlaufe des Versuches blieben die Pflanzen in diesen Versuchsreihen mit Ausnahme derjenigen, in der dem Boden die Flugasche No. VI zugesetzt worden war, zurück; dabei konnte an den Pflanzen ein Vergilben der Blattspreiten, an der Spitze anfangend, beobachtet werden. Da wo der Flugstaub No. XIV dem Boden beigemischt war, ging die Schädigung so weit, dass die Mehrzahl der Pflanzen einging und die verbleibenden Pflanzen sich nur kümmerlich fortentwickelten. Ein Unterschied in den durch den verschiedenen Feuchtigkeitsgehalt des Bodens unterschiedenen Versuchsreihen war nicht zu erkennen. Die Ernte am 4. August 1904 ergab folgende Zahlen pro Topf in g:

A. Versuche bei einem Wassergehalt des Bodens = 60 % seiner wasserfassenden Kraft.

Flugstaub:	Gesamternte				Körnerertrag				Strohertrag			
	pro Topf in Gramm:			relativ	pro Topf in Gramm:			relativ	pro Topf in Gramm:			relativ
	a	b	Mittel		a	b	Mittel		a	b	Mittel	
Ohne	38.4	33.2	35.8	100	12.0	11.7	11.9	100	26.4	21.5	23.9	100
I	35.9	33.0	34.5	96	15.2	12.7	14.0	118	20.7	20.3	20.5	86
II	30.7	32.0	31.4	88	12.5	11.0	11.8	99	18.2	21.0	19.6	82

Flugstaub:	Gesamternte				Körnerertrag				Strohertrag			
	pro Topf in Gramm:			relativ	pro Topf in Gramm:			relativ	pro Topf in Gramm:			relativ
	a	b	Mittel		a	b	Mittel		a	b	Mittel	
III	32.5	33.2	32.9	92	11.5	10.2	10.9	92	21.0	23.0	22.0	92
IV	31.5	32.5	32.0	89	11.7	10.5	11.1	93	19.8	22.0	20.9	87
V	38.2	35.2	36.7	102	15.2	8.9	12.1	102	23.0	26.3	24.6	103
VI	28.2	30.4	29.3	82	11.0	11.2	11.1	93	17.2	19.2	18.2	76
VII	41.4	38.9	40.2	112	14.5	13.7	14.1	119	26.9	25.2	26.1	109
VIII	26.9	25.2	26.1	73	7.5	7.7	7.6	64	19.4	17.5	18.5	77
IX	29.0	30.0	29.5	82	11.4	10.2	10.8	91	17.6	19.8	18.7	78
X	33.7	25.7	29.7	83	13.4	7.7	10.6	89	20.3	18.0	19.1	80
XI	33.2	15.0	24.1	67	12.5	2.5	7.5	63	20.7	12.5	16.6	69
XII	28.7	24.5	26.6	74	11.7	7.5	9.6	81	17.0	17.0	17.0	71
XIII	35.7	32.2	34.0	95	13.7	10.4	12.1	102	22.0	21.8	21.9	92
XIV	27.9	19.5	23.7	66	9.5	4.4	7.0	59	18.4	15.1	16.7	70
XV	26.4	25.5	26.0	73	9.4	8.0	8.7	73	17.0	17.5	17.3	72
XVI	26.2	27.0	26.6	74	9.0	9.0	9.0	76	17.2	18.0	17.6	74

B. Versuche bei einem Wassergehalt des Bodens = 90 % seiner wasserfassenden Kraft.

Flugstaub	a	b	Mittel	relativ	a	b	Mittel	relativ	a	b	Mittel	relativ
Ohne	42.7	37.4	40.1	100	14.7	9.5	12.1	100	28.0	27.9	28.0	100
I	36.4	41.2	38.8	97	9.6	12.2	10.9	90	26.8	29.0	27.9	100
II	41.2	41.0	41.1	103	11.5	12.7	12.1	100	29.7	28.3	29.0	104
III	34.9	43.0	39.0	97	8.9	13.8	11.4	94	26.0	29.2	27.6	99
IV	39.2	41.7	40.5	101	10.3	13.6	12.0	99	28.9	28.1	28.5	102
V	42.5	42.0	42.3	106	12.9	10.6	11.8	98	29.6	31.4	30.5	109
VI	32.2	44.5	38.4	96	10.7	14.3	12.5	103	21.5	30.2	25.9	93
VII	42.0	46.4	44.2	110	14.7	15.2	15.0	124	27.3	31.2	29.2	104
VIII	32.5	33.2	32.9	82	9.5	10.2	9.9	82	23.0	23.0	23.0	82
IX	37.1	42.0	39.6	99	9.7	13.5	11.6	96	27.4	29.5	28.0	100
X	46.0	41.0	43.5	108	17.9	12.5	15.2	126	28.1	28.5	28.3	101
XI	43.5	39.4	41.5	104	15.7	12.5	14.1	117	27.8	26.9	27.4	98
XII	43.9	44.0	44.0	110	14.3	15.7	15.0	124	29.6	28.3	29.0	104
XIII	37.4	40.7	39.1	98	9.0	12.5	10.8	89	28.4	28.2	28.3	101
XIV	4.0	18.7	11.4	28	0.6	6.9	3.8	31	3.4	11.8	7.6	27
XV	27.9	36.2	32.1	80	8.8	12.4	10.6	89	19.1	23.8	21.4	76
XVI	40.9	33.5	37.2	93	16.2	11.7	14.0	116	24.7	21.8	23.2	83

Mit Ausnahme der Flugasche XIV hat der höhere Wassergehalt des Bodens eher günstig als nachteilig gewirkt; es kann dieses nicht überraschen, wenn man berücksichtigt, dass die Flugaschen durchweg nur wenig Sulfide enthalten und dass der höhere Feuchtigkeitsgehalt des Bodens eine bessere und gleichmässigere Verteilung der Sulfate und Chloride der Flugaschen

in der ganzen Bodenmasse herbeiführen konnte, so dass diese Salze hier in weniger konzentrierter Form auf die Pflanzen einwirkten, als wie bei einem geringeren Wassergehalt des Bodens. Bei der Fortsetzung der Versuche wurde infolge dieser Ergebnisse der Boden stets nur bei dem normalen Wassergehalt von 60 % der wasserfassenden Kraft gehalten.

Zu den weiteren Versuchen dienten nicht mehr sämtliche vorhandene Flugaschen, sondern nur einzelne, welche in den nachfolgenden Übersichten angegeben sind. In allen Versuchsreihen erhielt der Boden eine schwache Nachdüngung mit Stickstoff, Phosphorsäure, Kali und Kalk, sodann wurden in der einen Reihe die Böden nochmals mit derselben Menge Flugasche versetzt, wie im Vorjahre, so dass dem Boden in beiden Versuchsjahren im ganzen 80 g Flugasche pro Topf zugesetzt worden waren, in der anderen Reihe blieb der Boden ohne weiteren Zusatz von Flugasche, so dass hier die Gesamtmenge an Flugasche in beiden Versuchsjahren pro Topf nur die Hälfte, also 40 g Flugasche betrug. Als Versuchspflanze dienten Bohnen (Phaseolus), denen in demselben Jahre noch Senf folgte. Der Verlauf der Vegetation war folgender: In den Töpfen, in denen der Boden nicht von neuem mit Flugstaub versetzt worden war, war der Aufgang der Bohnen nach dem Flugstaub IV, IX, X, XI, XII und XIII normal und liess sich eine schädigende Wirkung des Flugstaubes nicht erkennen; in den mit den Flugstauben VIII und XV vermischten Böden war der Aufgang etwas verzögert. Dasselbe war in dem einen Topf, in welchem der Boden mit dem Flugstaube XVI vermischt worden war, der Fall, während sich in dem Parallelgefäss eine stärkere Verzögerung des Aufganges bemerkbar machte. In dem letzteren Versuchsgefäss, sowie in dem mit Flugstaub XIV versetzten Boden trat eine starke Auswitterung von Natriumsulfat und Calciumsulfat auf, woraus sich die Verzögerung des Aufganges der Pflanzen, welche sich nach dem Flugstaub XIV besonders stark bemerkbar machte, sehr leicht erklärt. Auch beim Senf tritt der Einfluss der einzelnen Flugstaubarten auf den Aufgang der Pflanzen in derselben Weise hervor; in den mit den Flugstauben VIII und XIV versetzten Böden gehen in je einem Topf, trotz mehrmaligen Nachlegens von Samen, keine Pflanzen auf.

Da, wo dem Boden im zweiten Versuchsjahre nochmals die gleiche Menge Flugstaub beigemischt worden war, der Boden also pro Topf im ganzen 80 g Flugstaub enthielt, war der Aufgang nach den Flugstaubarten IV, IX, X, XI, XII und XIII normal. Eine starke Verzögerung des Aufganges trat nach dem Flugstaube XV ein. Unter dem Einflusse der Wirkung der Flugstaube VIII, XIV und XVI gingen überhaupt keine Pflanzen auf; auch hier zeigte der Boden eine starke Auswitterung. Der nachgebaute Senf ging in dieser Reihe nach den Flugstauben IX, XI und XIII normal auf. Die Flugstaube IV, X und XII haben auf den Aufgang des Senfes verzögernd gewirkt. In je einem Topf, welcher mit Boden vermischt mit den Flugstaubarten XV und XVI gefüllt war, erschienen nach 12 Tagen je zwei Pflanzen; in den Paralleltöpfen und in den mit den Flugstauben VIII und XIV vermischten Böden gingen überhaupt keine Pflanzen auf. Zu den nachstehend mitgeteilten Erntezahlen sei vorausbemerkt, dass beim Senf unterlassen ist, eine Nachdüngung eintreten zu lassen; da nun die Ernte von Bohnen in dem ohne Flugstaub gebliebenen Boden eine grössere, und damit hier auch der Nährstoffentzug ein stärkerer gewesen ist als da, wo dem Boden Flugstaub zugesetzt ist, so ist nicht ausgeschlossen, dass der Ertrag an Senf in dem ohne Flugstaub gebliebenen Boden durch einen geringeren Nährstoffvorrat im Boden beeinträchtigt worden ist.

Die Erntezahlen sind folgende pro Topf in Gramm bezw. ohne Flugstaub = 100:

(Siehe die Tabelle auf S. 166.)

Aus diesen zweijährigen Versuchen ergibt sich, dass in der angewendeten Menge die Flugstaube I, II, III, IV, V und VII keine schädliche Einwirkung weder auf den Aufgang der Pflanzen, noch auch auf ihre weitere Entwickelung ausgeübt, in einzelnen Fällen sogar infolge der in den Flugaschen vorhandenen Nährstoffe das Gedeihen der Pflanzen gefördert haben. Andere Flugaschen, welche im ersten Jahre ebenfalls wenig oder gar nicht das Wachstum der Pflanzen beeinträchtigt haben, wie die Proben IX, X und XIII, äussern im zweiten Jahre bei stärkerer Anwendung eine nachteilige Wirkung auf den Ertrag. Die angewendete Menge Flugstaub ist allerdings eine erhebliche;

Flugstaub:	Bohnen												Senf			
	Gesamternte:				Bohnen mit Hülsen:				Stroh:				Gesamternte:			
	a	b	Mittel	relativ	a	b	Mittel	relativ	a	b	Mittel	relativ	a	b	Mittel	relativ
1. Ohne weitere Beigabe von Flugstaub im 2. Jahr:																
Ohne	26.9	30.0	28.5	100	17.5	22.0	19.9	100	9.4	8.0	8.7	100	6.4	8.7	7.6	100
IV	24.4	28.2	26.3	92	17.0	19.2	18.1	91	7.4	9.0	8.2	95	1.8	2.1	2.0	26
VIII	8.8	13.3	11.1	39	4.4	9.4	6.9	35	4.4	3.9	4.2	49	5.7	—	—	—
IX	27.7	33.1	30.4	107	19.8	23.9	21.9	110	7.9	9.2	8.3	99	1.1	1.3	1.2	16
X	26.5	27.6	27.1	95	19.1	19.3	19.2	96	7.4	8.3	7.8	89	2.1	1.7	1.9	25
XI	21.5	21.6	21.6	76	15.0	12.9	14.0	70	6.5	8.7	7.6	88	6.2	5.1	5.7	75
XII	27.6	17.2	22.4	79	20.1	12.2	16.2	81	7.5	5.0	6.2	72	1.0	6.9	4.0	53
XIII	26.2	29.3	27.8	93	18.3	21.0	19.7	99	7.9	8.3	8.1	94	1.7	1.2	1.5	20
XIV	6.9	6.5	6.7	23	2.8	4.3	3.6	18	4.1	2.2	3.1	36	2.7	—	—	—
XV	8.9	10.2	9.6	34	5.4	3.6	4.5	23	3.5	6.6	5.1	59	6.0	6.0	6.0	79
XVI	11.5	11.7	11.6	41	6.5	7.6	7.1	36	5.0	4.1	4.5	52	6.0	6.0	6.0	79
2. Mit Beigabe von Flugstaub im 2. Jahr:																
Ohne	26.9	30.0	28.5	100	17.5	22.0	19.9	100	9.4	8.0	8.7	100	6.4	8.7	7.6	100
IV	17.2	23.9	20.6	73	10.5	16.2	13.4	67	6.7	7.7	7.2	84	8.2	12.0	10.1	133
VIII	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
IX	16.8	17.4	17.1	60	10.1	11.0	10.6	53	6.7	6.4	6.5	76	7.6	8.6	8.1	107
X	9.5	17.5	13.5	47	5.5	11.5	8.5	43	4.0	6.0	5.0	58	3.8	10.4	7.1	93
XI	11.3	13.1	12.2	42	7.3	8.6	8.0	40	4.0	4.5	4.2	49	8.2	5.2	6.7	88
XII	17.3	16.4	16.8	59	12.3	11.6	12.0	60	5.0	4.8	4.9	56	4.5	11.0	7.8	103
XIII	17.6	16.6	17.1	60	11.8	12.1	11.9	60	5.8	4.5	5.2	60	8.5	13.0	10.8	143
XIV	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
XV	3.0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1.0	—	—	—
XVI	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

wollte man die für je 1 Gefäss von 300 qcm Oberfläche verwendete höchste Menge von 80 g Flugstaub auf 1 ha umrechnen, so ergeben sich rund 267 D.-Ztr. Flugstaub auf 1 ha. Die Flugstaube XI und XII haben auf den Aufgang der Pflanzen nicht ungünstig eingewirkt; selbst bei der stärkeren Beigabe von 80 g pro Topf im zweiten Versuchsjahr tritt eine geringe ungünstige Wirkung nur bei dem Flugstaub XII und zwar erst bei der zweiten Versuchspflanze Senf hervor, so dass man wohl annehmen darf, dass die Bestandteile dieser beiden Flugstaube die Keimung der Samen nicht beeinträchtigt haben. In dem Ernteertrag gibt sich aber — abgesehen von der Versuchsreihe, in welcher der Boden einen höheren Wassergehalt hat — eine nachteilige Wirkung dieser beiden Flugstaube zu erkennen, welche naturgemäss bei der stärkeren Flugstaubgabe im zweiten Versuchsjahr besonders stark hervortritt. Die noch übrigen Flugstaube VI, VIII, XIV, XV und XVI haben in geringerem oder grösserem Grade auf den Aufgang und die Entwickelung der Pflanzen in beiden Versuchsjahren nachteilig gewirkt. Flugstaub VI hat den Aufgang der Pflanzen beeinträchtigt, hat aber das nachherige Wachstum nicht mehr gestört, so dass ein erheblicher Minderertrag nicht eingetreten ist; dieser Flugstaub VI ist durch einen hohen Kaligehalt (12.77 $^0/_0$) ausgezeichnet, und möchte ich hierin und in dem Gehalt an Chlornatrium die Ursache für die anfängliche, nachteilige Wirkung suchen. Die übrigen vier Flugstaube VIII, XIV, XV und XVI haben sowohl auf den Aufgang der Pflanzen, wie auf ihre weitere Entwickelung schädlich gewirkt, am meisten der Flugstaub XIV. Im zweiten Jahre ist durch diese Flugstaube zum Teil die Keimung der Samen vernichtet worden.

Nach den bisherigen Versuchsergebnissen sind vornehmlich die bei der Verbrennung von Braunkohlen entstehenden Flugstaube den Pflanzen nachteilig. Nach der chemischen Zusammensetzung haben wir es hierin mit mehr oder weniger grossen Mengen an Natriumchlorid, Natriumsulfat und Calciumsulfid zu tun; teils kommen diese Verbindungen zusammen, teils zu zwei oder auch Calciumsulfid allein vor. Wenn man das vorhandene Chlor als Natriumchlorid, das übrigbleibende Natrium als Natriumsulfat und den nicht als Sulfat gebundenen Schwefel als Calciumsulfid berechnet, so kommt man zu folgenden Gehaltszahlen für die einzelnen geprüften Flugstaubproben:

Flugstaub:	Natriumchlorid %	Natriumsulfat %	Calciumsulfid %
	1. Nach Steinkohlenfeuerung.		
I	—	0.69	0.41
II	—	0.69	0.41
III	0.07	1.05	0.09
IV	0.28	0.71	0.25
V	0.41	15.91	0.22
VI	3.81	1.85	0.09
VII	3.31	2.01	0.02
	2. Nach Braunkohlenfeuerung.		
VIII	—	—	2.92
IX	0.44	—	1.17
X	0.08	4.33	3.94
XI	0.08	2.72	3.78
XII	0.07	0.25	4.97
XIII	0.18	0.32	1.06
XIV	5.60	31.49	0.70
XV	2.57	9.36	1.84
XVI	2.50	8.19	2.25

Wenn man diese Zahlen mit dem Grade der Schädlichkeit der betreffenden Flugstaube vergleicht, so wird man nicht in allen Fällen eine gleichlautende Übereinstimmung finden bezw. eine Parallele zwischen der Schädlichkeit der einzelnen Flugstaube und der Höhe des Gehaltes an den berechneten Bestandteilen feststellen können. Dieses kann nicht auffallen, wenn man erwägt, dass wir es hier stets mit Gemischen verschiedener Verbindungen zu tun haben und einzelne dieser Verbindungen in ihren Wirkungen denjenigen anderer Bestandteile entgegen sein können. Nach den obigen Mitteilungen haben die Flugstaube I, II, III, IV, V und VII beim Vermischen mit Boden auf das Pflanzenwachstum nicht nachteilig eingewirkt, es sind dieses sämtlich Flugstaube nach Steinkohlenfeuerung. Nach der Zusammensetzung dieser Flugstaube könnte dieses Resultat bei Flugstaub V auffallen, weil wir es hierin mit einem hohen Gehalt an Natriumsulfat zu tun haben; das Resultat könnte dahin ausgelegt werden, dass Natriumsulfat, dem Boden beigemengt, eine schädigende Wirkung nicht ausübt. Von den Flugstaubproben nach Steinkohlenfeuerung hat allein die Probe VI insofern nachteilig gewirkt, als sie den Aufgang der Pflanzen verzögerte; diese Beobachtung muss auffallen und kann in dem

Gehalt an Natriumchlorid, Natriumsulfat und Calciumsulfid allein nicht begründet sein, denn sonst müsste dieselbe Erscheinung auch nach dem Flugstaube VII hervorgetreten sein, welcher in seinem Gehalt an diesen Verbindungen nicht wesentlich von dem Flugstaub VI abweicht. In der Zusammensetzung dieser beiden Flugstaubproben besteht ein wesentlicher Unterschied, besonders auch im Kaligehalt, indem der Flugstaub VI hieran erheblich reicher ist und ist nicht ausgeschlossen, dass hierin, ausser in dem Chlornatriumgehalt, der Grund für die keimverzögernde Wirkung des Flugstaubes VI zu suchen ist; diese Annahme liegt um deswillen nahe, weil sich die Pflanzen nachher recht gut erholen und im Ertrage nicht wesentlich zurückbleiben.

Die Flugstaube nach Braunkohlenfeuerung haben sämtlich mehr oder weniger nachteilig gewirkt und muss diese schädliche Wirkung, wenn Natriumsulfat als schädigender Faktor nach den vorherigen Ausführungen ausscheiden sollte oder doch nicht in erheblicher Weise in Frage käme, vornehmlich auf den Gehalt an Calciumsulfid und in einigen Fällen auch auf Chlornatrium zurückgeführt werden. Diese Flugstaube enthalten zum Teil nicht unbedeutende Mengen Sulfide. Nach den früheren Mitteilungen haben die Flugstaube IX, X, XI, XII, XIII nicht oder nur unerheblich bei der Anwendung geringerer Mengen, in erheblicherem Grade aber erst bei der nachfolgenden stärkeren Anwendung nachteilig gewirkt, dagegen haben die Flugstaube VIII, XIV, XV und XVI in allen Fällen schädlich gewirkt. Im Vergleich mit den erstgenannten Flugstauben nach Braunkohlenfeuerung muss besonders die nachteilige Wirkung des Flugstaubes VIII auffallen, denn von den angeführten 3 Verbindungen ist nur Calciumsulfid vorhanden und dieses nur in Mengen, welche in anderen weniger schädlichen Flugstauben erheblich übertroffen werden; die chemische Zusammensetzung lässt die Ursache der schädlichen Wirkung nicht erkennen. Die übrigen der zuletzt genannten Flugstaube enthalten vor allem neben grösseren Mengen Natriumsulfat und geringen Mengen Sulfid mehr oder weniger Chlornatrium; besonders der Flugstaub XIV ist reich hieran. Die nachteilige Wirkung dieser Flugstaube dürfte in erster Linie mit in dem Kochsalzgehalt begründet sein. Wenn man berücksichtigt, dass in den Böden, welche mit den weniger schädlichen Flugstauben XI und XII vermischt worden waren, der Aufgang der Pflanzen normal gewesen ist

und die nachteilige Wirkung erst später sich eingestellt hat, so liegt die Vermutung nahe, dass letztere nicht durch das Sulfid selbst, sondern durch Zersetzungsprodukte desselben verursacht worden sind. Als solches Zersetzungsprodukt würde in erster Linie Schwefelwasserstoff nach folgenden Umsatzformeln in Frage kommen:

$$2\,CaS + 2\,H_2O = Ca(HS)_2 + Ca(OH)_2,$$
$$Ca(HS)_2 + Ca(OH)_2 + 2\,CO_2 = 2\,CaCO_3 + 2\,H_2S.$$

Da die Zusammensetzung der Pflanzen einen Anhalt für den Einfluss der Flugstaube auf das Gedeihen der Pflanzen geben konnte, wurden die geernteten Pflanzen untersucht und dabei folgende Gehaltszahlen für die sandfreie Trockensubstanz festgestellt.

I. Versuche im Jahre 1904: Gerste.

Flugstaub:	Gerstenkörner:					Gerstenstroh:				
	Asche %	Schwefelsäure %	Kali %	Natron %	Kieselsäure %	Asche %	Schwefelsäure %	Kali %	Natron %	Kieselsäure %
Ohne	4.14	0.43	0.54	0.31	0.27	17.48	1.07	2.99	3.79	0.23
I	3.56	0.72	0.71	0.36	0.30	17.91	2.10	4.17	4.37	0.33
II	3.67	0.72	0.79	0.41	0.31	19.70	1.83	4.36	3.29	0.51
III	3.98	0.81	0.71	0.28	0.23	19.01	1.78	4.01	4.78	0.91
IV	3.62	0.85	0.71	0.31	0.27	17.27	2.32	3.81	4.72	0.25
V	3.53	0.59	0.87	0.41	0.32	19.39	2.69	3.28	3.98	0.35
VI	3.39	0.28	0.81	0.35	0.41	19.14	1.29	4.56	4.62	1.61
VII	3.30	0.81	0.77	0.40	0.39	19.46	1.84	4.57	4.44	1.15
VIII	4.39	0.86	0.90	0.60	0.41	18.91	2.89	2.61	5.02	0.63
IX	4.23	0.74	0.78	0.39	0.47	17.76	1.59	3.79	4.31	0.16
X	3.32	0.24	0.70	0.34	0.18	18.10	2.47	3.97	4.16	0.64
XI	4.90	0.40	0.81	0.45	0.27	18.42	1.95	3.97	3.99	1.02
XII	4.14	0.52	0.82	0.37	0.27	18.55	2.40	3.55	4.12	1.06
XIII	3.50	0.78	0.78	0.30	0.36	18.66	2.95	3.56	3.33	1.21
XIV	4.57	0.58	1.14	0.31	0.47	17.60	2.63	2.54	4.96	0.56
XV	4.43	0.62	0.78	0.44	0.39	18.50	2.46	2.27	6.10	0.67
XVI	4.23	0.50	0.64	0.35	0.44	18.13	2.32	3.23	4.13	1.14

Diese Zahlen lassen in allen Fällen eine Einwirkung der dem Boden beigemischten Flugstaube auf die Zusammensetzung der Pflanzen erkennen. Trotzdem, dass diese Zahlen die früher ausgesprochene Vermutung über die Ursache der nachteiligen Wirkung der einzelnen Flugstaube zu bestätigen scheinen (z. B.

bei dem Flugstaub VI), möchte ich aus diesen Versuchsergebnissen doch nicht allgemein den Schluss ziehen, dass in allen Fällen die Zusammensetzung der in durch Flugstaub infiziertem Boden gewachsenen Pflanzen uns einen Rückschluss auf die Art des Flugstaubes gestattet, weil hier eine volle, in allen Reihen wiederkehrende Übereinstimmung nicht vorhanden ist; wahrscheinlich ist die Ursache hierfür in der Verschiedenartigkeit der Zusammensetzung des Flugstaubes bezw. in dem Vorhandensein mehrerer schädlicher Faktoren zu suchen. Ich will im einzelnen noch auf den wesentlich höheren Schwefelgehalt der Körner sowohl wie des Strohes nach Flugstaub VIII gegenüber dem Gehalt dieser Pflanzenteile nach den oben angegebenen ähnlich oder noch ungünstiger zusammengesetzten Flugstauben aufmerksam machen, da hierin die Ursache der schädlichen Wirkung dieses Flugstaubes VIII zu liegen scheint, indem dieser höhere Schwefelsäuregehalt auf eine stärkere Zersetzung der vorhandenen Sulfide hinweist. Die Zunahme der Alkalien, welche besonders in dem Stroh hervortritt, erklärt sich aus dem Gehalt der Flugstaube hieran. Bemerkenswert ist der höhere Kieselsäuregehalt des Strohes in dem mit Flugstaub vermischten Boden.

Ähnliche Beziehungen kehren bei der Zusammensetzung der Ernten im Jahre 1905 wieder; es wurde gefunden in der sandfreien Trockensubstanz:

(Siehe die Tabelle auf S. 172.)

Es wäre nun durch Versuche mit reinen Salzen zu prüfen, ob und in welcher Weise diejenigen Verbindungen, welche in diesen Flugstauben als schädigende Faktoren in Frage kommen können, auf das Wachstum der Pflanzen einwirken können, wenn sie mit dem Boden vermischt werden; als solche Verbindungen sind oben genannt: Chlornatrium, Natriumsulfat und Calciumsulfid und der durch Zersetzung hieraus entstehende Schwefelwasserstoff; vielleicht kommt neben Calciumsulfid auch noch Natriumsulfid in Frage.

Über die Wirkung von Chlornatrium auf Boden und Pflanzen liegen ausgedehntere Untersuchungen vor.[1]) Nach den u. a. von F. Storp[2]) mitgeteilten Versuchen wirkt Chlornatrium

[1]) J. König: Die Verunreinigung der Gewässer; Berlin 1899, 2, 393.
[2]) Landw. Jahrbücher 1883, 12, 804.

Flugstaub:	Bohnenstroh: Asche %	Schwefelsäure %	Kali %	Natron %	Kieselsäure %	Bohnenhülsen und -Samen: Asche %	Schwefelsäure %	Kali %	Natron %	Kieselsäure %	Senf: Asche %	Schwefelsäure %	Kali %	Natron %	Kieselsäure %
I. Ohne Nachdüngung mit Flugstaub:															
Ohne	20.96	0.73	2.41	0.33	1.25	6.03	0.23	2.38	0.03	0.08	17.50	1.52	1.38	4.03	0.56
IV	18.49	1.17	2.95	0.40	1.23	6.65	0.44	2.54	0.18	0.09	19.23	2.61	2.40	4.33	1.13
VIII	21.12	2.69	3.24	1.16	0.84	6.20	0.44	2.44	0.48	0.05	20.20	1.81	3.03	4.52	0.90
IX	19.31	1.64	2.43	0.49	1.50	7.39	0.38	2.30	0.29	0.11	—	—	—	—	—
X	22.15	1.90	2.72	0.60	1.65	6.22	0.44	2.60	0.19	0.03	17.43	2.42	1.96	2.03	0.47
XI	19.41	1.83	3.32	0.61	1.14	7.15	0.46	2.89	0.16	0.03	23.26	2.27	3.78	2.59	0.22
XII	23.87	1.42	2.77	0.28	1.44	6.14	0.44	2.13	0.23	0.05	14.79	1.60	2.72	2.57	0.24
XIII	20.12	1.66	2.76	0.33	1.35	6.90	0.58	2.40	0.18	0.14	22.12	3.71	1.98	1.59	0.79
XIV	27.38	3.11	5.89	1.86	1.13	6.58	0.46	2.97	0.27	0.06	18.68	1.43	1.63	4.71	0.61
XV	20.01	1.70	3.47	0.72	0.88	7.63	0.58	2.71	0.42	0.14	20.60	1.66	2.72	3.86	0.54
XVI	21.94	2.07	2.97	1.46	0.69	6.59	0.56	2.84	0.36	0.08	20.93	2.12	1.57	2.49	0.49
II. Mit Flugstaub nachgedüngt:															
Ohne	20.96	0.73	2.41	0.33	1.25	6.03	0.23	2.38	0.03	0.08	17.50	1.52	1.38	4.03	0.56
IV	18.70	1.06	3.26	1.29	2.79	8.13	0.11	3.00	0.19	0.08	22.00	1.28	2.77	5.84	0.46
IX	18.98	1.12	3.36	0.92	1.74	5.61	0.20	1.39	1.36	0.07	22.20	1.67	3.37	6.38	0.30
X	19.36	2.50	4.00	0.83	0.83	7.43	0.30	2.99	0.27	0.03	20.03	1.53	1.51	0.83	0.09
XI	22.53	2.41	3.29	0.78	1.59	7.01	0.11	2.65	0.11	0.03	20.75	1.41	3.26	4.45	0.40
XII	21.44	2.26	3.39	1.19	1.42	6.63	0.22	2.47	0.06	0.06	21.95	1.29	2.45	2.17	0.28
XIII	20.76	1.38	3.70	1.17	2.29	6.77	0.20	2.69	0.08	0.07	16.95	1.59	2.07	4.85	0.34

in ganz verdünnten Lösungen (0.01 %) anscheinend auf den Keimungsvorgang günstig; bei stärkerem Gehalt wird aber die Keimkraft vermindert; von anderer Seite sind noch grössere Mengen als unschädlich für die Keimung nachgewiesen. Wachsende Pflanzen vertragen erheblich grössere Mengen Kochsalz. Diese über die Wirkung des Chlornatriums vorliegenden Versuche würden die verschiedene Wirkung der einzelnen mehr oder weniger kochsalzhaltigen Flugstaube auf den Aufgang und das spätere Gedeihen der Pflanzen erklären.

Der Einfluss des Schwefelcalciums auf das Pflanzenwachstum ist, soweit ich habe feststellen können, nur von J. Fittbogen, R. Schiller und O. Förster[1]) untersucht worden, und zwar gab die Veranlassung dazu die Beobachtung, dass Braunkohlenasche, welche zur Befestigung von Waldwegen benutzt worden war, eine nachteilige Wirkung auf das Wachstum der Bäume ausgeübt hatte. Bei den Versuchen wurden auf 4 kg Boden 5—10 g Braunkohlenasche mit 0.2—0.4 g Schwefelcalcium und in anderen Versuchsreihen in besonders hergestellten Präparaten 0.4—1.2 g Calciumsulfid zugesetzt. Die Schädlichkeit des Schwefelcalciums zeigte sich bereits in der Einwirkung auf die Keimung der Samen (Gerste), und zwar war sie je nach dem Grade der Schwefelwasserstoffentwickelung verschieden. Bei den wachsenden Pflanzen stellten sich später an der Spitze eines zweiten Blattes, sobald es eben entfaltet war, weiss und braun gefärbte Flecken ein, welche allmählich an Ausdehnung zunahmen, ohne indessen jemals die ganze Blattspreite zu ergreifen. Eine ähnliche Beobachtung habe ich oben als eine Folge der Einwirkung einiger Flugstaube angeführt. Die Versuche lassen in ihrem Endergebnis keinen Zweifel über die schädliche Wirkung des Calciumsulfids, indem der Ernteertrag durch das Calciumsulfid herabgedrückt wird.

Über die Wirkung von in den Boden gebrachtem Schwefelnatrium berichtet Scherpe.[2]) Die Untersuchungen lassen bei einer Menge von 2 kg Schwefelnatrium pro Versuchsparzelle = 21 bezw. 15 qm Fläche im ersten Versuchsjahre bei Kartoffeln eine ertragssteigernde Wirkung erkennen. Im 2. Versuchsjahre tritt bei den nachgebauten Kartoffeln ein Rückgang im Ertrage

---

[1]) Landw. Jahrbücher 1884, 13, 755.

[2]) Mitteil. d. Kaiserl. biolog. Anstalt 1906, 25 und 1907, 44.

ein, der nach der Beigabe von Schwefelnatrium grösser ist als da, wo Schwefelnatrium im Boden fehlt. Scherpe sieht die Ursache der günstigen erstjährigen Wirkung in dem Aufschliessungsvermögen des Schwefelnatriums gegenüber den im Boden enthaltenen schwerlöslichen Pflanzennährstoffen, die ungünstigen Folgen im 2. Vegetationsjahr in dem Auswaschen der gelösten und von den Pflanzen nicht aufgenommenen Nährstoffe des Bodens. Als Endergebnis müsste man demnach aus den zweijährigen Versuchen eine nachteilige Wirkung des Schwefelnatriums auf die Bodenbeschaffenheit annehmen. Andere Versuche mit Kartoffeln und auch mit Roggen lassen im ersten Vegetationsjahr eine günstige Wirkung des Schwefelnatriums auf den Ertrag erkennen. Bei Topfversuchen wurde eine ungünstige Wirkung des Schwefelnatriums festgestellt. Andere Versuche mit Schwefelnatrium liegen meines Wissens nicht vor.

Die Versuche über den Einfluss von Schwefelwasserstoff auf das Pflanzenwachstum ergeben, dass das Schwefelwasserstoffgas, sei es dass es als solches, sei es dass es in Wasser gelöst den Pflanzenwurzeln zugeführt wird, die Pflanzen bald zum Absterben bringt,[1] und beweisen so die giftige Wirkung dieses Gases.

Über die Einwirkung von Natriumsulfat auf das Pflanzenwachstum fehlen meines Wissens noch Versuche. Wir haben nach dieser Richtung hin Versuche ausgeführt, ebenso auch die Versuche über die Wirkung von Schwefelwasserstoff, Schwefelcalcium und Schwefelnatrium auf die Vegetation durch neue Versuche ergänzt. Die Versuche waren teils Bodenkulturversuche, teils Wasserkulturversuche.

Die Bodenkulturversuche wurden in derselben Weise ausgeführt, wie dies oben für die Prüfung der Wirkung der Flugstaube angegeben ist. Im ersten Versuchsjahr wurde der Einfluss von Schwefelwasserstoff, Schwefelcalcium und Schwefelnatrium auf das Pflanzenwachstum geprüft. Dabei wurde der Versuchsboden, ähnlich wie bei den Flugstaubversuchen, auf einem Wassergehalt von 60 und 90 % der Wasserkapazität des Bodens gehalten, da beim Beginn dieser Versuche das Ergebnis der Flugstaubversuche, wonach der höhere Wassergehalt

---

[1]) Haselhoff und Lindau, a. a. O. S. 228.

des Bodens die Wirkung des Flugstaubes nicht ungünstig beeinflusst, noch nicht bekannt war. Ausserdem wurde der Einfluss einer besonderen Beigabe von Kalk geprüft, da die Bildung von freier Schwefelsäure, welche hätte nachteilig wirken können, nicht ausgeschlossen war.

Die Sulfide wurden in Mengen von 4 g pro Topf mit 8 kg Boden in der Weise angewandt, dass sie mit der oberen Bodenhälfte (also mit 4 kg Boden) vermischt wurden. Schwefelwasserstoff wurde aus Schwefelcalcium entwickelt und die aus je 40 g erhaltene Menge vor der Aussaat in den Boden geleitet. Als Versuchspflanze diente Gerste, welche am 20. Mai ausgesät wurde. Der Aufgang der Gerste war nur in den Böden ein gleichmässig normaler, welche keinen Zusatz von Schwefelcalcium, Schwefelnatrium oder Schwefelwasserstoff erhalten hatten; wo dieses der Fall gewesen war, trat überall eine starke Verzögerung des Aufgangs der Gerste ein, besonders in der Reihe, in welcher der Boden den geringeren Wassergehalt hatte und in dem mit Schwefelnatrium versetzten Boden auch bei dem höheren Wassergehalt. In den mit Schwefelnatrium versetzten Böden erholten sich die Pflanzen bald; diese Pflanzen unterschieden sich späterhin nur wenig von den normalen Pflanzen. In dem mit Schwefelwasserstoff behandelten Boden blieben die Pflanzen während der ganzen Vegetationszeit zurück. Noch geringer war die Entwickelung der Gerste in dem mit Schwefelcalcium versetzten Boden. Ein Vergilben der Blattspreiten, wie es nach einigen Flugstauben beobachtet wurde, zeigte sich nur bei den Pflanzen in dem mit Schwefelwasserstoff behandelten Boden in geringem Grade.

Die erzielten Erträge waren folgende:

(Siehe die Tabelle auf S. 176.)

Diese Versuche lassen die schädliche Wirkung des Schwefelwasserstoffs, des Calcium- und Natriumsulfids auf die Keimung der Samen und auf das spätere Wachstum der Pflanzen deutlich erkennen; ein günstiger Einfluss des Kalkzusatzes zum Boden tritt nicht überall hervor.

Bei den weiteren Versuchen wurde Schwefelwasserstoff in seiner Einwirkung auf das Wachstum der Pflanzen nicht weiter geprüft; es ist dieses aber im Verfolg der Versuche über die Einwirkung der bei der Zersetzung des Kalkstickstoffs ent-

Dem Boden wurde zugesetzt:	Gesamternte				Ertrag an Körnern				Ertrag an Stroh			
	pro Topf in Gramm:			relativ	pro Topf in Gramm:			relativ	pro Topf in Gramm:			relativ
	a	b	Mittel		a	b	Mittel		a	b	Mittel	
I. Wassergehalt des Bodens = 60 % der wasserfassenden Kraft des Bodens.												
a) Ohne Kalk.												
Ohne Zusatz	38.4	33.2	35.8	100	12.0	11.7	11.9	100	26.4	21.5	23.9	100
Schwefelwasserstoff	16.0	18.7	17.4	49	4.9	6.1	5.5	46	11.1	12.6	11.9	50
Schwefelcalcium	17.0	22.2	19.6	55	4.8	5.8	5.3	43	12.2	16.4	14.3	60
Schwefelnatrium	23.0	25.2	24.1	67	6.7	8.0	7.4	61	16.3	17.2	16.7	70
b) Mit Kalk.												
Ohne Zusatz	28.7	26.7	27.7	100	11.1	10.5	10.8	100	17.6	16.2	16.9	100
Schwefelwasserstoff	16.0	15.2	15.6	56	3.4	3.4	3.4	32	12.6	11.8	12.2	72
Schwefelcalcium	17.2	15.2	16.2	59	4.1	4.1	4.1	38	13.1	11.1	12.1	72
Schwefelnatrium	22.7	18.5	20.6	74	7.3	5.2	6.3	58	15.4	13.3	14.3	85
II. Wassergehalt des Bodens = 90 % der wasserfassenden Kraft des Bodens.												
a) Ohne Kalk.												
Ohne Zusatz	42.7	37.4	40.1	100	14.7	9.5	12.1	100	28.0	27.9	28.0	100
Schwefelwasserstoff	14.7	21.0	17.9	45	2.4	3.0	2.7	22	12.3	18.3	15.3	55
Schwefelcalcium	34.2	35.0	34.6	86	9.4	11.0	10.2	84	24.8	24.0	24.4	87
Schwefelnatrium	42.0	39.5	40.8	102	16.5	15.7	16.1	133	25.5	23.8	24.7	88
b) Mit Kalk.												
Ohne Zusatz	37.0	39.5	38.3	100	14.2	15.8	15.0	100	22.8	23.7	23.3	100
Schwefelwasserstoff	8.0	7.0	7.5	20	1.0	1.0	1.0	7	7.0	6.0	6.5	28
Schwefelcalcium	34.5	23.5	29.0	76	12.4	6.3	9.4	63	22.3	17.2	19.8	85
Schwefelnatrium	30.1	35.0	32.6	85	14.6	12.2	13.4	89	15.5	22.8	19.2	82

stehenden Gase geschehen und soll darüber auch demnächst in diesem Zusammenhang eingehender berichtet werden. Diese Versuche sind teils in der vorstehenden Weise ausgeführt worden, teils ist Schwefelwasserstoff während der Vegetation in den Boden geleitet; ferner handelte es sich um die Prüfung von Schwefelwasserstoff auf die Keimung der Samen und schliesslich um Wasserkulturversuche. Diese Versuche zeigen die schädliche Einwirkung des Schwefelwasserstoffs auf das Wachstum der Pflanzen, wenn dieses Gas längere Zeit hindurch auf den Boden einwirkt oder wenn, wie bei den Wasserkulturversuchen, das Gas direkt mit den Wurzelorganen der Pflanzen in Berührung kommt.

Zu den folgenden Versuchen mit Calciumsulfid, Natriumsulfid und Natriumsulfat diente ein schwach sandiger Lehmboden. Die Versuchsgefässe hatten eine Oberfläche von 450 qcm und fassten 16 kg Boden. Die Düngung war in allen Fällen dieselbe, ebenso wurde der Wassergehalt überall auf 60 % der wasserfassenden Kraft des Bodens gehalten. Die Menge des dem Boden zugemischten Calcium- und Natriumsulfids betrug 8 g pro Topf = 16 kg Boden oder, da diese 8 g nur mit der oberen Hälfte Boden vermischt wurden, 0.1 % des Bodens; an Natriumsulfat wurden in gleicher Weise 0.5 g, 1.0 g und 1.5 g angewandt. Als Versuchspflanzen dienten Gerste und Bohnen, denen Senf als Nachfrucht folgte, nachdem der Boden wieder mit der gleichen Menge der zu prüfenden Schwefelverbindungen vermischt worden war. Gerste und Bohnen wurden am 23. Mai gepflanzt und am 17. August geerntet; die betreffenden Daten sind für Senf der 18. August bezw. 5. Oktober. Der Aufgang der Pflanzen war in allen Versuchstöpfen gleichmässig; auch im späteren Verlauf der Vegetation traten keine Verschiedenheiten in den einzelnen Versuchsreihen ein. Die festgestellten Erntezahlen sind folgende gewesen; dabei sind irrtümlicherweise Bohnenkörner und Hülsen nicht getrennt worden.

(Siehe die Tabelle auf S. 178.)

Die Untersuchung dieser Erntesubstanz ergab in der sandfreien Trockensubstanz folgende Gehaltszahlen.

(Siehe die Tabelle auf S. 179.)

Diese Versuche wurden im Jahre 1906 nochmals wiederholt, und zwar wurde der Boden, welcher 1905 Gerste getragen

Dem Boden wurde zugesetzt:	Gesamternte pro Topf in Gramm: a	b	Mittel	relativ	Ertrag an Körnern pro Topf in Gramm: a	b	Mittel	relativ	Ertrag an Stroh pro Topf in Gramm: a	b	Mittel	relativ	Gesamternte pro Topf in Gramm: a	b	Mittel	relativ
	1. Gerste.												2. Senf.			
Ohne Zusatz	31.2	30.4	30.8	100	12.5	12.1	12.3	100	18.7	18.3	18.5	100	13.4	12.4	12.9	100
Schwefelcalcium	25.0	33.8	29.4	95	8.5	13.7	11.1	90	16.5	20.1	18.3	99	11.8	9.0	10.4	81
Schwefelnatrium	28.5	24.7	26.6	86	10.3	9.3	9.8	80	18.2	15.4	16.8	91	12.4	11.8	12.1	94
Natriumsulfat 0.5 g	25.9	23.7	24.8	80	12.0	10.0	11.0	89	13.9	13.7	13.8	75	13.0	9.8	11.4	88
" 1.0 "	25.2	35.8	30.5	99	10.0	13.6	11.8	96	15.2	22.2	18.7	101	10.0	11.2	10.6	82
" 1.5 "	38.4	43.8	41.1	133	17.6	20.5	19.1	155	20.8	23.3	22.0	119	11.4	11.5	11.5	89
	1. Bohnen.												2. Senf.			
					Bohnen und Hülsen.											
Ohne Zusatz	61.9	68.9	65.4	100	45.2	48.4	46.8	100	16.7	20.5	18.6	100	7.9	11.2	9.6	100
Schwefelcalcium	60.9	58.7	59.8	91	41.4	40.7	41.1	88	19.5	18.0	18.7	100	6.6	9.9	8.3	86
Schwefelnatrium	64.0	59.0	61.5	94	44.3	41.5	42.9	92	19.7	17.5	18.6	100	8.6	8.5	8.6	89
Natriumsulfat 0.5 g	68.3	63.6	66.0	101	50.5	43.4	47.0	100	17.8	20.2	19.0	102	4.3	5.3	4.8	50
" 1.0 "	63.7	61.7	62.7	96	45.0	43.8	44.4	95	18.7	17.9	18.3	98	5.3	8.8	7.1	74
" 1.5 "	59.3	59.4	59.4	91	41.3	42.4	41.9	89	18.0	17.0	17.5	94	4.8	10.9	7.9	82

Boden behandelt mit:	Gerstenkörner:						Gerstenstroh:						Senf:					
	Asche %	Kalk %	Kali %	Natron %	Schwefel-säure %	Kiesel-säure %	Asche %	Kalk %	Kali %	Natron %	Schwefel-säure %	Kiesel-säure %	Asche %	Kalk %	Kali %	Natron %	Schwefel-säure %	Kiesel-säure %
Ohne Zusatz . . .	3.585	0.485	0.934	0.241	0.181	0.091	13.232	1.550	3.355	1.635	0.722	1.889	20.644	2.754	2.754	3.292	1.234	0.201
Schwefelcalcium .	3.331	0.542	—	—	0.249	0.070	13.154	1.625	—	—	0.836	1.719	21.194	2.739	—	—	1.344	0.269
Schwefelnatrium .	3.631	—	0.747	0.244	0.244	0.100	13.533	—	3.480	2.655	0.849	2.319	21.432	—	2.900	4.228	1.515	0.400
Natriumsulfat 0.5 g	3.379	—	0.769	0.179	0.301	0.068	13.538	—	3.505	1.890	0.717	2.154	20.429	—	2.744	3.332	1.508	0.396
„ 1.0 „	3.753	—	0.848	0.157	0.279	0.134	12.275	—	3.670	1.820	0.930	1.989	20.311	—	2.683	3.405	1.534	0.397
„ 1.5 „	3.494	—	0.725	0.223	0.379	0.067	12.289	—	3.550	1.930	0.715	2.079	20.253	—	2.637	3.555	1.689	0.492
	Bohnenkörner:						Bohnenstroh:						Senf:					
Ohne Zusatz . . .	7.089	0.760	2.363	0.043	0.173	0.086	17.909	7.520	2.205	0.161	0.527	1.115	17.234	3.048	2.671	2.520	1.454	0.285
Schwefelcalcium .	7.400	0.905	—	—	0.268	0.075	18.924	7.503	—	—	0.899	1.273	18.932	3.452	—	—	1.689	0.149
Schwefelnatrium .	7.650	—	2.457	0.098	0.251	0.022	20.624	—	—	—	0.605	1.841	21.742	—	1.806	3.200	1.564	0.540
Natriumsulfat 0.5 g	7.252	—	2.417	0.132	0.329	0.055	16.000	—	2.121	0.437	0.586	0.860	18.635	—	2.043	2.998	1.731	0.150
„ 1.0 „	7.935	—	2.326	0.131	0.307	0.055	17.413	—	—	—	0.592	1.608	19.655	—	1.964	2.923	1.729	0.208
„ 1.5 „	7.929	—	2.222	0.175	0.295	0.035	18.593	—	2.102	0.672	0.823	1.429	20.000	—	2.086	3.332	1.746	0.120

hatte, mit Bohnen bestellt und in der anderen Reihe nach Bohnen jetzt Gerste angebaut. In allen Fällen wurde der Boden nach einer gründlichen Lockerung gleichmässig mit Stickstoff, Kali und Phosphorsäure gedüngt und danach mit Sulfiden und Sulfat in derselben Menge wie im Vorjahre versetzt. Bei der Gerste blieb das Wachstum in dem mit Natrium- und Calciumsulfid versetzten Boden zurück, sonst zeigten sich keine Unterschiede. Die Ernteerträge waren folgende:

(Siehe die Tabelle auf S. 181.)

Die chemische Untersuchung dieser Erntesubstanzen ergab folgende Gehaltszahlen, berechnet auf sandfreie Trockensubstanz:

(Siehe die Tabelle auf S. 182.)

Die angewendeten Mengen Calcium- und Natriumsulfid übersteigen die in den untersuchten Flugstaubarten dem Boden beigemischten Sulfidmengen erheblich; umgekehrt ist die Natriumsulfatmenge in einzelnen Flugaschen erheblich grösser gewesen als die hier angewendete Höchstmenge von 1.5 g pro Topf. Bei den Versuchen im Jahre 1905 haben Schwefelcalcium und Schwefelnatrium den Ertrag an Gerste vermindert, und zwar Schwefelnatrium mehr wie Schwefelcalcium; Körner- und Strohertrag sind ziemlich gleichmässig davon betroffen worden. Die Versuche im Jahre 1906 bestätigen dieses Ergebnis im allgemeinen. Der der Gerste folgende Senf gibt umgekehrt nach Schwefelnatrium einen etwas besseren Ertrag wie nach Schwefelcalcium; dasselbe tritt auch bei dem nach Bohnen angebauten Senf hervor. Bei den zuerst mit Gerste ausgeführten Versuchen ist die nachteilige Wirkung dieser Sulfide schärfer hervorgetreten wie später. Die Menge der Sulfide war im Verhältnis zur Bodenmasse in beiden Fällen dieselbe; da aber nur die obere Hälfte des Bodens in den Töpfen mit den Sulfiden gemischt wurde, die Bodenmengen an sich in den früheren und späteren Versuchen wie 1 : 2 zueinander standen, so ist nicht ausgeschlossen, dass bei der geringeren Bodenmasse an sich in den ersten Versuchen die Pflanzenwurzeln der Einwirkung grösserer Sulfidmengen ausgesetzt waren, während bei den späteren Versuchen mit grösseren Bodenmengen im einzelnen Versuche sich die Sulfide während des Versuches doch weiter in dem Boden verteilten und dadurch in geringerer Konzentration zur Wirkung ge-

1. Gerste.

Dem Boden wurde zugesetzt:	Gesamternte				Ertrag an Körnern				Ertrag an Stroh			
	pro Topf in Gramm:			relativ	pro Topf in Gramm:			relativ	pro Topf in Gramm:			relativ
	a	b	Mittel		a	b	Mittel		a	b	Mittel	
Ohne Zusatz	57.2	58.1	57.7	100	24.5	26.1	25.3	100	32.7	32.0	32.4	100
Schwefelcalcium	53.2	53.3	53.3	92	23.0	23.7	23.4	93	30.2	29.6	29.9	92
Schwefelnatrium	45.1	45.5	45.3	79	18.8	19.8	19.3	76	26.3	25.7	26.0	80
Natriumsulfat 0.5 g	58.2	57.1	57.7	100	26.3	24.6	25.4	100	31.9	32.5	32.2	100
" 1.0 "	57.0	54.0	55.5	96	26.7	24.6	25.6	101	30.3	29.4	29.8	92
" 1.5 "	47.0	57.8	52.4	91	15.5	25.8	20.7	82	31.5	32.0	31.7	98

2. Bohnen.

Dem Boden wurde zugesetzt:	Gesamternte				Körner				Hülsen				Stengel und Blätter			
	pro Topf in Gramm:			relativ	pro Topf in Gramm:			relativ	pro Topf in Gramm:			relativ	pro Topf in Gramm:			relativ
	a	b	Mittel		a	b	Mittel		a	b	Mittel		a	b	Mittel	
Ohne Zusatz	61.0	58.2	59.6	100	28.1	25.2	26.7	100	11.2	8.7	10.0	100	21.7	24.3	23.0	100
Schwefelcalcium	56.7	60.4	58.6	99	29.0	26.4	27.7	104	10.7	8.6	9.7	97	17.0	25.4	21.2	92
Schwefelnatrium	50.2	42.7	46.5	79	21.8	14.8	18.3	69	9.7	5.7	7.7	77	18.7	22.2	20.5	89
Natriumsulfat 0.5 g	64.0	50.4	57.2	96	29.4	24.4	26.9	101	10.8	8.3	9.6	96	23.8	17.7	20.7	90
" 1.0 "	52.7	56.2	54.5	91	24.7	26.0	25.4	95	9.9	10.4	10.2	102	18.1	19.8	18.9	81
" 1.5 "	50.5	46.0	48.3	81	24.4	19.9	22.2	83	10.4	8.9	9.7	97	15.7	17.2	16.5	71

1. Gerste.

Dem Boden wurde zugesetzt:	Körner: Asche %	Körner: Kalk %	Körner: Kali %	Körner: Natron %	Körner: Schwefelsäure %	Körner: Kieselsäure %	Stroh: Asche %	Stroh: Kalk %	Stroh: Kali %	Stroh: Natron %	Stroh: Schwefelsäure %	Stroh: Kieselsäure %
Ohne Zusatz	1.67	0.08	0.40	0.06	0.15	0.09	10.42	0.97	2.77	1.38	0.56	3.12
Schwefelcalcium	3.10	0.06	—	—	0.15	0.25	13.27	0.92	—	—	0.67	3.39
Schwefelnatrium	2.86	—	0.42	0.16	0.17	0.26	13.07	—	1.97	2.49	0.93	3.37
Natriumsulfat 0.5 g	3.34	—	0.83	0.06	0.17	0.22	11.20	—	2.03	2.56	0.96	3.48
„ 1.0 „	2.84	—	0.83	0.16	0.20	0.40	11.94	—	2.86	1.77	0.63	2.83
„ 1.5 „	3.31	—	0.77	0.24	0.18	0.14	16.37	—	2.82	2.22	0.81	3.72

2. Bohnen.

Dem Boden wurde zugesetzt:	Körner: Asche %	Körner: Kalk %	Körner: Kali %	Körner: Natron %	Körner: Schwefelsäure %	Körner: Kieselsäure %	Hülsen: Asche %	Hülsen: Kalk %	Hülsen: Kali %	Hülsen: Natron %	Hülsen: Schwefelsäure %	Hülsen: Kieselsäure %	Stengel und Blätter: Asche %	Stengel und Blätter: Kalk %	Stengel und Blätter: Kali %	Stengel und Blätter: Natron %	Stengel und Blätter: Schwefelsäure %	Stengel und Blätter: Kieselsäure %
Ohne Zusatz	4.02	0.72	1.69	0.07	0.17	—	8.32	1.23	3.44	0.13	0.15	0.06	19.12	7.16	2.03	0.27	0.67	1.56
Schwefelcalcium	4.22	0.36	—	—	0.28	—	8.74	1.13	—	—	0.24	0.05	20.13	8.00	—	—	1.29	1.73
Schwefelnatrium	3.95	—	1.67	0.62	0.20	—	8.47	—	3.35	0.22	0.17	0.02	17.68	—	2.19	0.82	1.04	1.15
Natriumsulfat 0.5 g	4.23	—	1.66	0.14	0.19	—	7.92	—	3.38	0.17	0.13	0.03	18.21	—	1.30	0.65	0.83	1.41
„ 1.0 „	3.71	—	1.62	0.42	0.15	—	7.55	—	2.98	0.12	0.10	0.03	17.94	—	1.85	0.40	0.76	1.67
„ 1.5 „	4.19	—	1.55	0.65	0.21	—	7.90	—	2.94	0.13	0.11	0.06	17.49	—	1.36	0.66	0.75	1.86

kommen sind. Auf eine solche Ursache weist auch die weniger schädliche Wirkung der Sulfide in dem Versuche bei dem höheren Wassergehalte des Bodens gegenüber dem geringeren Wassergehalte des Bodens hin, da durch den vermehrten Wassergehalt ebenfalls auf eine grössere Verbreitung, infolgedessen auch auf eine geringere Konzentration der Sulfide im Boden hingewirkt wird. Bei den Bohnen tritt die schädliche Wirkung des Schwefelnatriums besonders im Jahre 1906 hervor. Alle diese Versuche lassen aber die schädliche Wirkung der geprüften Sulfide erkennen. Die Versuche, welche die starke Schädlichkeit des Schwefelwasserstoffs ergeben haben, lassen ferner den Schluss berechtigt erscheinen, dass die schädliche Wirkung der Sulfide um so grösser sein wird, je ungünstiger die Bodenverhältnisse sind, bezw. hierdurch die Bildung von Schwefelwasserstoff aus den Sulfiden gefördert wird.

Die Versuche mit Natriumsulfat haben nicht zu eindeutigen Resultaten geführt. Im Jahre 1905 ist bei Gerste der Ertrag nach der geringsten Menge Natriumsulfat am niedrigsten, steigt aber mit der Zunahme des Natriumsulfats im Boden und übersteigt bei der höchsten Menge Natriumsulfat den Ertrag in dem ursprünglichen Boden. Im Jahre 1906 nimmt der Ertrag bei Gerste mit der Zunahme an Natriumsulfat im Boden ab, jedoch ist diese Abnahme nicht sehr erheblich. Bei Bohnen zeigt sich eine solche Ertragsverminderung mit der Zunahme des Natriumsulfatgehaltes im Boden parallel gehend in beiden Versuchsjahren. Die Erträge an Senf sind sowohl nach Gerste wie nach Bohnen durch Natriumsulfat beeinträchtigt. Bei dem nach Gerste angebauten Senf sind die Unterschiede in den einzelnen Reihen nicht gross; dieses ist aber bei dem nach Bohnen angebauten Senf der Fall, allerdings steigt der Ertrag mit der Zunahme an Natriumsulfat im Boden. Trotz der Unterschiede in den einzelnen Reihen kann man doch aus diesen Versuchen schliessen, dass Natriumsulfat für das Gedeihen der Pflanzen nicht besonders zuträglich ist, vielmehr eine direkte schädliche Wirkung des Natriumsulfats auf das Pflanzenwachstum nicht ausgeschlossen erscheint. Auch Wasserkulturversuche, über welche demnächst berichtet werden soll, führen zu einem ähnlichen Schluss.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung der geernteten Pflanzen lassen im allgemeinen eine Zunahme an Natron und

Schwefelsäure, in den meisten Fällen auch eine solche an Kieselsäure erkennen und zwar zumeist in allen untersuchten Pflanzenteilen. Um einen sicheren Aufschluss über die Art der Einwirkung von Calcium- und Natriumsulfid bezw. von Natriumsulfat auf die chemische Zusammensetzung der Pflanzen zu erhalten, dürfte es zweckmässig sein, die Pflanzen in den verschiedenen Vegetationsstadien zu untersuchen. Immerhin legt das erzielte Ergebnis den Gedanken nahe, dass, wenn es sich um die Einwirkung einzelner schädlicher Faktoren handelt, diese Einwirkung sich auch in der Zusammensetzung der Pflanzen bezw. Pflanzenteile äussert.

b) Bestäubungsversuche.

Für die Bestäubungsversuche dienten im Jahre 1904 Gerste und Pferdebohnen (Vicia faba) als Versuchspflanzen; sie wurden auf Freilandparzellen von je 1 qm Grösse angebaut. Vor der Bestäubung mit Flugstaub wurden die Pflanzen zum Teil mit Wasser überspritzt, um festzustellen, ob die wasserlöslichen Bestandteile ätzend auf die Blattsubstanz wirken. Sodann erwies sich diese Maſsnahme auch deshalb als notwendig, weil einige Flugstaube auf den trocknen Pflanzen nicht liegen blieben. Mit der Bestäubung der Pflanzen wurde 14 Tage nach dem Aufgange begonnen; und zwar bei Gerste am 11. Juni, bei Bohnen am 14. Juni mit je 100 g Flugstaub pro Parzelle; am 21. bezw. 22. Juni, am 27. bezw. 28. Juni und schliesslich noch am 7. Juli wurde die Bestäubung mit je 200 g Flugstaub wiederholt. Es waren daher im ganzen 700 g Flugstaub pro Versuchsfläche = 1 qm oder 70 D.-Ztr. pro 1 ha verwendet worden. In einer anderen Versuchsreihe wurden die Pflanzen von vornherein mit je 200 g Flugstaub bestäubt, und zwar am 21. Juni, 28. Juni und 7. Juli, so dass hier im ganzen 600 g Flugstaub zur Anwendung kamen. Die Pflanzen zeigten in diesen beiden Versuchsreihen keine Unterschiede. In allen Fällen trat bei den Bohnen nach dem Bestäuben mit Flugstaub XIV eine Braunfleckung der Blätter auf; sonst zeigte sich äusserlich eine Einwirkung der Flugstaubbestandteile durch Fleckung oder Verfärbung der Blätter nur in so unwesentlichem Maſse an, dass man im Zweifel darüber sein konnte, ob es sich tatsächlich um Flugstaubwirkungen handelte. Die Feststellung der Erträge ergab pro Versuchsparzelle = 1 qm folgende Zahlen:

Flugstaub No.	Gerste. Trocken bestäubt: Gesamt-ernte g	Körner-ertrag g	Stroh-ertrag g	Gerste. Feucht bestäubt: Gesamt-ernte g	Körner-ertrag g	Stroh-ertrag g	Bohnen. Trocken bestäubt: Gesamt-ernte g	Körner-ertrag g	Stroh-ertrag g	Bohnen. Feucht bestäubt: Gesamt-ernte g	Körner-ertrag g	Stroh-ertrag g
Unbestäubt	560.0	205.0	355.0	560.0	205.0	355.0	380.0	59.5	220.5	300.0	53.9	246.1
I	480.0	212.0	268.0	540.0	218.0	322.0	240.0	33.1	206.9	145.0	20.5	124.5
II	400.0	168.0	232.0	520.0	219.0	301.0	370.0	94.0	276.0	190.0	15.7	174.3
III	505.0	211.0	294.0	530.0	209.0	321.0	250.0	56.9	193.1	200.0	25.4	174.6
IV	520.0	212.0	308.0	455.0	166.0	289.0	240.0	44.7	195.3	220.0	38.5	181.5
V	540.0	210.0	330.0	530.0	209.0	321.0	185.0	13.9	171.1	170.0	16.7	153.3
VI	485.0	214.0	271.0	460.0	185.0	275.0	170.0	15.9	154.1	200.0	41.8	158.2
VII	540.0	209.0	331.0	480.0	199.0	281.0	210.0	19.7	190.3	280.0	48.8	231.2
VIII	525.0	214.0	311.0	565.0	227.0	338.0	210.0	22.9	187.1	165.0	41.3	123.7
IX	660.0	237.0	423.0	630.0	214.0	416.0	190.0	20.0	170.0	150.0	22.5	127.5
X	610.0	223.0	387.0	560.0	220.0	340.0	270.0	33.8	236.2	270.0	66.0	204.0
XI	575.0	252.0	323.0	510.0	191.0	319.0	200.0	22.4	187.6	320.0	122.4	197.6
XII	590.0	242.0	348.0	405.0	163.0	242.0	310.0	58.7	251.3	300.0	53.2	246.8
XIII	395.0	166.0	229.0	585.0	237.0	348.0	250.0	45.2	204.8	180.0	27.3	152.7
XIV	580.0	231.0	349.0	680.0	297.0	383.0	200.0	11.7	188.3	100.0	8.8	91.2
XV	555.0	234.0	321.0	560.0	233.0	327.0	280.0	42.0	238.0	230.0	28.0	202.0
XVI	785.0	318.0	467.0	650.0	264.0	386.0	260.0	15.7	244.3	210.0	18.0	192.0

Hiernach stellt sich bei Gerste der Ertrag nach dem Bestäuben der Pflanzen nur in einzelnen Fällen niedriger als bei den unbestäubten Pflanzen, und zwar tritt dieser Rückgang im Ertrage meistens bei den vor dem Bestäuben angefeuchteten Pflanzen mehr hervor, als bei den trocken bestäubten Pflanzen. Dieses Ergebnis kann nicht befremden, wenn man erwägt, dass der Flugstaub auf den feuchten Pflanzenteilen besser haftet, sich leichter löst und stärker ätzt; für die Beurteilung der schädlichen Wirkung des Flugstaubes auf die Pflanzen ist dieses Resultat sehr wichtig. An sich ist aber der Unterschied in dem Ertrag bei den betreffenden bestäubten und den nicht bestäubten Pflanzen nicht gross und kann deshalb von einer erheblichen Schädigung der Gerste durch die Flugstaubbestäubung in den einzelnen Fällen kaum die Rede sein. Vielleicht hängt dieses mit der geringen Blattentwickelung der Gerste zusammen, indem infolge derselben nur ein geringer Teil des aufgestreuten Flugstaubes auf die Gerste direkt eingewirkt hat, der grössere Teil aber auf den Boden gelangt, hier nach und nach zersetzt worden ist und durch die vorhandenen Nährstoffe für das Pflanzenwachstum noch nützlich gewirkt hat. Hierauf deutet der in anderen Fällen durch das Bestäuben mit Flugstaub erzielte Mehrertrag hin. Ferner kann der Ausgang der Bestäubungsversuche mit Bohnen in diesem Sinne gedeutet werden; hier hat die grössere Blattoberfläche sicherlich eine grössere Menge Flugstaub festgehalten und dadurch eine stärkere Einwirkung des Flugstaubes ermöglicht. Im Vergleich zu der Gerste zeigen die Bohnen im Ertrage der bestäubten und nicht bestäubten Pflanzen einen erheblich grösseren Unterschied. Auch hier ist dieser Unterschied bei den feucht bestäubten Pflanzen durchweg grösser als bei den trocken bestäubten Pflanzen. Bei den Bohnen hatten sich nach dem Bestäuben mit dem Flugstaub XIV auf den Blättern braune Flecken gezeigt; besonders bei den feucht bestäubten Pflanzen ergibt sich ein starker Mindurertrag gegenüber den nicht bestäubten Bohnen.

Diese Bestäubungsversuche wurden im Jahre 1905 auf kleinen, 0.6 qm grossen Parzellen im Garten der Versuchsstation wiederholt. Als Versuchspflanze diente Phaseolus. Die Samen wurden am 23. Mai in den Boden gebracht; sie gingen gleichmässig auf und zeigten in ihrem Wachstum auf den einzelnen Parzellen keinen Unterschied. Am 6. Juni wurden die Bohnen

mit je 60 g Flugstaub bezw. Natriumsulfat pro Parzelle bestäubt, nachdem die Pflanzen vorher angefeuchtet worden waren. Kurz nach dem Bestäuben ging ein starker Gewitterregen nieder, durch den ein grosser Teil des Flugstaubes von den Pflanzen abgespült wurde; trotzdem trat nach 2 Tagen bei den mit den Flugstauben XIV und XVI bestäubten Pflanzen eine deutliche Schädigung der Pflanzen auf, indem die Blätter gelblich-braune Flecken zeigten; am meisten zeigten sich diese Flecken nach dem Bestäuben mit Flugstaub XIV. Nach weiteren 8 Tagen wurden die Pflanzen auf denselben Parzellen nochmals, aber jetzt mit je 120 g Flugstaub pro Parzelle bestäubt, ferner in einer zweiten Reihe Pflanzen desselben Alters wie in der ersten Reihe in der gleichen Weise behandelt. Eine 3. Bestäubung der Pflanzen in der ersten Versuchsreihe (mit Ausnahme der Reihe mit Flugstaub XIV), bezw. eine 2. Bestäubung in der zweiten Versuchsreihe mit je 120 g Flugstaub pro Versuchsparzelle = 0.6 qm fand am 29. Juni statt. Vom 6. Juni ab war das Wetter heiss und sonnig. Am 6. Juli wurden die Pflanzen geerntet, getrocknet und gewogen. Das Ergebnis war folgendes:

(Siehe die Tabelle auf S. 188.)

Zum Bestäuben sind von den einzelnen Substanzen im ganzen bei 3 maliger Bestäubung 300 g, bei 2 maliger Bestäubung 240 g pro Versuchsparzelle = 0.6 qm oder auf 1 ha berechnet 50 bezw. 40 D.-Ztr. verwendet worden. Die Entwickelung der Pflanzen ist nur in einzelnen Fällen so erheblich gestört, dass dadurch der Ertrag vermindert worden ist; aber in allen Fällen haben die Pflanzen mehr oder weniger durch die Bestäubung mit Flugstaub gelitten, indem die Blätter teils braune Flecken oder gelbe Verfärbungen zeigten oder auch abstarben. Besonders stark tritt dies nach dem Bestäuben der Pflanzen mit dem Flugstaub XIV, etwas weniger nach Flugstaub XVI und Flugstaub XV, sodann auch erheblich nach dem Bestäuben mit Natriumsulfat hervor; letzteres kann bei der grossen Menge Natriumsulfat, welche angewandt worden ist, nicht auffallen. Hier wie nach dem Bestäuben mit den Flugstauben XIV und XVI äussert sich die schädliche Wirkung auch in dem Minderertrag, bei den beiden Flugstauben allerdings nur in der Reihe a. Dieses verschiedene Verhalten der Pflanzen in den beiden Versuchsreihen a und b legt die Vermutung nahe, dass

Pflanzen behandelt mit:	Ertrag pro Parzelle nach a) 3maliger Bestäubung g	Ertrag pro Parzelle nach b) 2maliger Bestäubung g	Bemerkungen:
Unbestäubt . . .	1150	1150	Blätter rein, unverletzt und gesund. Erstlingsblätter bisweilen gelb.
Flugstaub I . . .	1150	1200	Blätter mässig bestaubt. Beschädigung kaum festzustellen.
„ II . . .	1110	1125	Desgleichen.
„ III . . .	1145	1000	Blätter ziemlich stark bestaubt, in Reihe a mehr, in Reihe b weniger beschädigt.
„ IV . . .	1050	1000	Blätter mässig bestaubt, vereinzelte Blätter krank.
„ V . . .	1050	1250	Blätter stark bestaubt, ohne nennenswerten Schaden, in Reihe b vereinzelte, besonders junge Blätter vom Rande her abgestorben.
„ VI . . .	1335	1225	Blätter zum Teil stark bestaubt, mit abgestorbenen Flecken oder Rändern.
„ VII . . .	1120	935	Blätter stark bestaubt, aber wenig beschädigt, vereinzelte Blätter abgestorben.
„ VIII . . .	1050	1250	Blätter wenig bestaubt, wenig beschädigt, in Reihe b mehrere Blätter braune Flecken.
„ IX . . .	1225	1150	Blätter wenig bestaubt, fast unbeschädigt.
„ X . . .	1550	1725	Blätter wenig bestaubt, vereinzelte Blätter mit abgestorbenen Flecken oder Rändern.
„ XI . . .	1310	1600	Desgleichen.
„ XII . . .	1255	1475	Desgleichen.
„ XIII . . .	1100	1330	Blätter mässig bestaubt, ohne nennenswerten Schaden.
„ XIV . . .	335	1100	In Reihe a ebenfalls nur 2 mal bestaubt. Wenig Flugstaub auf den Pflanzen, starke Beschädigung und starke Braunfleckung und Verfärbung. Wachstum sehr gestört, besonders in Reihe a.
„ XV . . .	1150	1235	Blätter ziemlich stark bestaubt, zahlreiche Blätter gelbfleckig oder vom Rande her abgestorben.
„ XVI . . .	875	1275	Desgleichen.
Natriumsulfat . . .	970	965	Blätter zum Teil mit weisser Schicht überzogen, alle Blätter stark beschädigt, anfangs durchscheinend gelbfleckig, später absterbend.

die Pflanzen im jugendlichen Stadium empfindlicher gegen Flugstaub sind, als in einem älteren Entwickelungszustande.

Bei einem weiteren Versuche diente wiederum Phaseolus als Versuchspflanze. Die Versuchsparzellen waren 1 qm gross. Für die Bestäubung wurden jetzt nicht sämtliche Flugstaube, sondern nur die Flugstaube III, VI, VIII, XIV, XV und XVI, ferner Schwefelcalcium, Schwefelnatrium und Natriumsulfat als reine Salze verwendet. Die Versuchsanordnung war auch jetzt wieder so getroffen, dass bei gleichem Alter sämtlicher Pflanzen in einer Reihe mit dem Bestäuben früher begonnen wurde, wie in einer zweiten Reihe. In allen Fällen wurden die Pflanzen kurz vor dem Bestäuben durch Überspritzen mit Wasser angefeuchtet. In der ersten Reihe wurde mit dem Bestäuben 3 Tage nach dem Aufgange der Pflanzen begonnen, und zwar wurden je 50 g Flugstaub bezw. Salz verwendet. Schon am nächsten Tage war eine deutliche Schädigung der mit Flugstaub XIV und der mit Natriumsulfid bestaubten Pflanzen zu erkennen; nach einigen Tagen trat sie noch schärfer hervor, besonders nach der Bestäubung mit Natriumsulfid. Vorwiegend zeigte sich die Schädigung bei den Pflanzen, deren Blätter noch nicht weit entwickelt waren. Die Einwirkung des Flugstaubes bezw. des Natriumsulfids äusserte sich in einer weissgelblichen Fleckung oder Ränderung der Blätter, welche nach und nach eine braune Färbung annahm. Auch die mit den Flugstauben XV und XVI bestäubten Pflanzen liessen die Einwirkung der Flugstaubbestandteile auf die Blattsubstanz erkennen, jedoch trat die Schädigung erst einige Tage nach dem Bestäuben hervor, indem die Blätter vom Rande her zunächst gelbe Flecken bekamen und dann trocken wurden. Noch einige Tage später liessen die Pflanzen, welche mit den Flugaschen III und VIII und mit Natriumsulfat bestäubt worden waren, eine Beschädigung erkennen; die Blätter der mit Natriumsulfat bestäubten Pflanzen zeigten genau wie bei den früheren Versuchen zunächst durchscheinende weisse Flecken und starben dann später ab. Am 1. August, d. h. 14 Tage nach dem ersten Bestäuben wurden die Pflanzen mit je 100 g Flugstaub bezw. Salz bestäubt. Am Nachmittage desselben Tages und in der folgenden Nacht ging ein starker Gewitterregen nieder, der einen Teil des den Pflanzen aufgelagerten Flugstaubes abspülte. Trotzdem zeigte sich nach 2 Tagen eine deutliche Schädigung der Blätter,

welche mit dem Flugstaub XIV, mit Natriumsulfat, Schwefelnatrium und Schwefelcalcium bestäubt worden waren. Einige Tage später zeigten auch die mit dem Flugstaub XVI bestäubten Blätter grosse vertrocknete Stellen und 8 Tage nach dem Bestäuben die mit dem Flugstaub XV bestäubten Blätter gelbe Flecken. Weitere Veränderungen der bestäubten Pflanzen wurden nicht beobachtet. Am 15. August, beim Beginn der Blüte, wurde die Bestäubung der Pflanzen in der gleichen Weise wie vorher mit je 100 g Substanz wiederholt. Schon am folgenden Tage trat bei den mit Schwefelnatrium bestäubten Pflanzen eine ausserordentliche Schädigung hervor, welche sich durch gelbliche Verfärbung und Braunfleckung der Blätter äusserte. Am Nachmittage dieses Tages ging ein starker Regen nieder. Am 19. August war an den Pflanzen, welche mit den Flugstauben III, VI, VIII und XV bestäubt worden waren, eine schädliche Einwirkung des Flugstaubes nicht zu beobachten; ebenso schien Natriumsulfat nicht nachteilig gewirkt zu haben; der Flugstaub XVI hatte nur wenig, dagegen der Flugstaub XIV wieder sehr deutlich geschadet. Schwefelcalcium hatte wenig geschadet; die Blätter wiesen zum Teil wieder die charakteristischen gelben und braunroten Flecken auf. Schwefelnatrium hatte sehr schädlich gewirkt; die Pflanzen schienen fast tot zu sein und wurde deshalb von einer weiteren Bestäubung derselben abgesehen. Dagegen fand am 21. August, als die Pflanzen in voller Blüte standen, auf den übrigen Parzellen eine nochmalige Bestäubung der Pflanzen wieder mit je 100 g Substanz statt. Nach 4 Tagen — das Wetter war trocken und sonnig — zeigten sich auf den Blättern der mit Schwefelcalcium und Natriumsulfat bestäubten Pflanzen nur vereinzelte Flecken, dagegen hatte Natriumsulfid wieder sehr nachteilig gewirkt. Von den Flugstauben hatten III und VI nicht merklich, VIII und XV wenig, XVI etwas stärker und XIV sehr stark geschadet.

In der zweiten Versuchsreihe wurde am 24. Juli, 8 Tage später wie in der ersten Reihe, mit der Bestäubung der Pflanzen begonnen, jedoch sogleich je 100 g Substanz verwendet. Die Wirkung des Bestäubens war hier im wesentlichen dieselbe wie in der ersten Versuchsreihe; nur wirkte jetzt Natriumsulfid weniger schädlich; die Blätter bekamen allerdings zum Teil grosse weisse, abgestorbene Flecken, dagegen wirkte dieses Mal Calciumsulfid bedeutend schädlicher: junge wie alte Blätter

starben ab, jedoch blieb die Pflanze selbst gesund und trieb nach einiger Zeit wieder aus. Flugstaub XIV und Natriumsulfat riefen dieselben Erkrankungen wie in der ersten Versuchsreihe hervor. Eine schädliche Einwirkung der Flugasche VIII war 6 Tage nach dem Bestäuben nicht mit Sicherheit festzustellen; die Blätter der mit den Flugstauben III, VI, XV und XVI bestäubten Pflanzen waren vereinzelt braungelb gefleckt, jedoch war die Schädigung nur eine sehr geringe. Am 15. August und am 21. August wurden die Pflanzen jedesmal mit je 100 g Flugstaub bezw. Salz bestäubt. Die Wirkung auf die Pflanzen entsprach der Wirkung der an denselben Tagen erfolgten Bestäubung in der ersten Reihe, nur trat hier die Wirkung der Bestäubung am 15. August gegenüber derjenigen in der ersten Versuchsreihe zurück.

Die für je eine Versuchsparzelle = 1 qm verwendete Flugstaub- bezw. Salzmenge betrug im ganzen in der ersten Versuchsreihe 350 g, in der zweiten Versuchsreihe 300 g.

Am 26. September wurden die Pflanzen geerntet, und zwar Wurzeln, Stengel, Blätter und Hülsen mit Bohnen getrennt; das Trockengewicht der Ernte war pro Versuchsparzelle folgendes. Die Wiedergabe des Wurzelgewichtes unterlasse ich; erhebliche Unterschiede zwischen den unbestäubten und bestäubten Pflanzen zeigten sich nur nach Flugstaub XIV, Natriumsulfid und in der ersten Reihe nach Natriumsulfat.

Pflanzen bestäubt mit:	Versuchsreihe I, 4mal bestäubt mit im ganzen 350 g pro Versuchsparzelle:				Versuchsreihe II, 3mal bestäubt mit im ganzen 300 g pro Versuchsparzelle:			
	Gesamternte g	Stengel g	Blätter g	Hülsen mit Bohnen g	Gesamternte g	Stengel g	Blätter g	Hülsen mit Bohnen g
Unbestäubt . . .	420.0	151.0	150.0	119.0	357.5	117.5	125.5	114.5
Flugstaub III . .	539.5	171.0	186.5	182.0	483.5	142.5	143.5	197.5
„ VI . .	511.0	173.0	162.5	175.0	465.5	152.0	147.5	166.0
„ VIII . .	475.0	175.5	146.5	153.0	402.0	144.5	134.0	123.5
„ XIV . .	205.5	69.0	64.0	72.5	330.0	122.0	94.0	114.0
„ XV . .	431.5	156.5	132.0	143.0	417.5	145.0	135.0	134.5
„ XVI . .	485.0	162.5	147.5	175.0	470.5	159.0	144.5	167.0
Schwefelcalcium .	387.5	111.5	114.0	162.0	402.0	111.0	122.0	169.0
Schwefelnatrium .	106.0	39.5	39.5	27.0	139.5	56.5	35.0	48.0
Natriumsulfat . .	462.0	161.5	124.5	176.0	467.0	148.0	136.5	182.5

Die nach dem Bestäuben an den Pflanzen hervorgetretenen Schädigungen haben hiernach nicht in allen Fällen einen Minderertrag hervorgerufen; nur da, wo sehr starke Einwirkungen der zum Bestäuben verwendeten Substanzen auf die Blattoberfläche festgestellt worden sind, äussern sich diese auch in einem Minderertrag, also nach Flugstaub XIV und Schwefelnatrium. Die frühere Beobachtung, dass, je früher die Pflanzen bestäubt werden, desto grösser die Benachteiligung des Wachstums bezw. des Ertrages ist, liegt auch hier da, wo überhaupt ein Minderertrag festzustellen ist, also nach dem Bestäuben mit Flugstaub XIV und mit Natriumsulfid, wieder vor. Bei den übrigen Flugstauben besteht in den beiden Versuchsreihen hinsichtlich des Ertrages das umgekehrte Verhältnis, indem die Ernte bei den später bestäubten Pflanzen in der zweiten Versuchsreihe durchweg etwas geringer ist als in der ersten Versuchsreihe.

Nach dem Abernten der Bohnen wurde der Boden umgegraben; die einzelnen Parzellen wurden am 28. September mit Roggen bestellt, welcher am 8. Oktober gleichmässig aufging. Am 16. Oktober wurde der Roggen mit je 20 g Flugstaub bezw. Salz bestäubt. Diese Bestäubung wurde den Winter über alle 14 Tage mit je 20 g der betreffenden Substanzen wiederholt und dabei je 300 g Substanz verbraucht. Vom 30. Mai 1906 ab wurde die Bestäubung alle 3 Tage mit 10 g fortgesetzt. Ende Mai, nach mehreren Regentagen zeigten die mit Natriumsulfid bestäubten Pflanzen auf den Blattspreiten und besonders in den Blattachseln gelbe Ätzflecken; an den übrigen Pflanzen wurden ähnliche Schädigungen nicht wahrgenommen. Am 3. Juni begann die Blüte des Roggens; vom 5. Juni ab wurde die Bestäubung täglich mit 10 g ausgeführt. Auch jetzt traten wieder nach Natriumsulfid dieselben schädlichen Wirkungen ein. Am 1. August wurde der Roggen geerntet und ergab an lufttrockener Substanz pro Parzelle:

(Siehe die Tabelle auf S. 193.)

Eine nachteilige Wirkung der Bestäubung der Pflanzen auf den Ertrag tritt nur nach Schwefelnatrium und vielleicht nach Natriumsulfat ein, jedoch ist der Minderertrag nicht erheblich. Zum Teil wird dieses hier beim Roggen ähnlich wie bei der Gerste darin begründet sein, dass der Flugstaub bezw. die Salze nicht vollständig auf den Pflanzen liegen geblieben sind.

Im ganzen lässt sich aber aus diesen Bestäubungsversuchen schliessen, dass der Flugstaub je nach seiner Zusammensetzung

Pflanzen bestäubt mit:	Gesamternte:			Körnerertrag:			Ährenertrag:			Stroheertrag:		
	a g	b g	Mittel g	a g	b g	Mittel g	a g	b g	Mittel g	a g	b g	Mittel g
Unbestäubt . . .	1540	1610	1575	440	470	455	120	110	115	980	1030	1005
Flugstaub III . .	1800	1650	1725	550	500	525	120	120	120	1130	1030	1080
„ VI . .	1780	1530	1655	500	500	500	130	100	115	1150	930	1040
„ VIII . .	1700	1760	1730	490	530	510	120	120	120	1090	1110	1100
„ XIV . .	1670	1570	1620	490	530	510	110	115	113	1070	925	997
„ XV . .	1540	1700	1620	460	560	510	100	125	113	980	1015	997
„ XVI . .	1700	1400	1550	520	460	490	120	85	103	1060	855	957
Schwefelcalcium. .	1540	1850	1695	420	580	500	100	140	120	1020	1130	1075
Schwefelnatrium .	1520	1470	1495	390	430	410	100	110	105	1030	930	980
Natriumsulfat . .	1470	1560	1515	460	490	475	90	95	93	920	975	947

auf die Pflanzen so nachteilig wirken kann, dass das Wachstum und Gedeihen der Pflanzen dadurch beeinträchtigt wird. In welchem Grade dieses geschieht, hängt natürlich von der Menge des auffallenden und auf den Pflanzen haften bleibenden Flugstaubes ab, ferner davon, ob die Pflanzen in jugendlichem oder älterem Zustande sind. Wenn die Pflanzen infolge Regen, Nebel oder Schnee feucht sind, so dass der auffallende Flugstaub besser auf den Pflanzen haftet und die wasserlöslichen, ätzenden Bestandteile des Flugstaubes gelöst werden und somit auch leichter auf die Blattsubstanz einwirken können, dann ist eine stärkere Benachteiligung der Pflanzen zu befürchten, als wenn der Flugstaub die gänzlich trockenen Pflanzen trifft. Von den in den untersuchten Flugstaubproben vorhandenen Verbindungen hat in erster Linie Natriumsulfid, weniger Natriumsulfat und am geringsten Calciumsulfid auf das Gedeihen der Pflanzen nachteilig gewirkt.

Um festzustellen, ob durch die Bestäubung die Zusammensetzung der Pflanzen beeinflusst wird, so dass durch die chemische Untersuchung ein Anhalt für die Beurteilung der Einwirkung von Flugstaub auf die Pflanzen gewonnen werden könnte, wurden die geernteten Pflanzen untersucht; ferner wurde auch ein Teil der Pflanzen mikroskopisch geprüft, um zu sehen, ob hierdurch der Nachweis einer Einwirkung von Flugstaub auf die Pflanzen ermöglicht oder dadurch Anhaltspunkte dafür gegeben würden. Das Ergebnis dieser Prüfungen ist folgendes gewesen:

A) Chemische Untersuchung.

Die sandfreie Trockensubstanz hat enthalten:

1. Versuche im Jahre 1904.

α) Gerste.

Pflanzen bestäubt mit:	Körner:					Stroh:				
	Asche %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Asche %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %
Unbestäubt . . .	4.58	0.65	0.11	0.54	0.54	11.35	1.64	0.35	0.99	5.86
Flugstaub I . . .	3.58	0.74	0.07	0.35	0.66	10.25	1.73	0.44	0.50	4.75
„ II . . .	4.07	0.59	0.03	0.35	0.67	10.27	1.68	0.43	0.65	5.28
„ III . . .	3.66	0.74	0.12	0.40	0.55	9.73	1.40	0.33	0.56	5.36
„ IV . . .	3.88	0.69	0.14	0.51	0.51	9.98	1.68	0.66	0.57	4.31
„ V . . .	5.96	0.59	0.14	0.35	0.70	10.61	1.56	0.54	0.75	5.29
„ VI . . .	3.98	0.66	0.07	0.56	0.61	9.85	1.70	0.67	0.63	4.49
„ VII . . .	3.17	0.60	0.15	0.43	0.57	9.53	1.80	0.43	0.80	4.25
„ VIII . . .	3.77	0.67	0.03	0.49	0.67	9.37	2.07	0.14	0.73	4.12
„ IX . . .	3.95	0.70	0.12	0.58	0.50	10.30	1.64	0.62	0.55	4.67
„ X . . .	3.36	0.72	0.11	0.52	0.67	9.00	1.43	0.51	0.78	4.62
„ XI . . .	3.83	0.74	0.15	0.65	0.74	10.21	1.54	0.79	0.76	4.96
„ XII . . .	3.08	0.64	0.10	0.55	0.54	8.37	1.67	0.34	0.73	3.53
„ XIII . . .	3.81	0.70	0.09	0.66	0.62	10.75	1.72	0.35	0.78	5.30
„ XIV . . .	3.44	0.74	0.17	0.58	0.66	11.01	1.81	0.60	0.77	4.70
„ XV . . .	3.66	0.59	0.15	0.48	0.63	12.41	1.58	0.43	0.65	6.52
„ XVI . . .	3.28	0.72	0.18	0.52	0.63	10.49	1.57	0.48	0.89	5.54

β) Bohnen (Vicia).

Pflanzen bestäubt mit:	Körner: Asche %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Stroh: Asche %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %
Unbestäubt . . .	3.76	1.44	0.12	0.74	—	10.29	1.28	1.32	0.84	0.50
Flugstaub I . . .	4.11	1.41	0.21	0.73	—	9.07	1.01	1.49	0.79	0.43
„ II . . .	4.99	1.42	0.22	0.67	—	9.33	0.87	1.58	0.97	0.70
„ III . . .	3.70	1.46	0.15	0.46	—	9.70	1.45	1.40	0.97	0.52
„ IV . . .	3.65	1.44	0.05	0.47	—	9.55	1.36	1.27	0.78	0.50
„ V . . .	3.78	1.32	0.18	0.80	—	9.99	0.59	0.80	0.88	0.60
„ VI . . .	3.73	1.47	0.04	0.39	—	9.25	1.31	1.49	0.85	0.40
„ VII . . .	3.71	1.45	0.07	0.46	—	10.28	1.35	1.63	0.91	0.42
„ VIII . . .	5.28	1.19	0.26	0.97	—	10.21	0.95	1.90	1.02	0.65
„ IX . . .	3.66	1.30	0.06	0.51	—	9.90	1.65	1.17	0.89	0.29
„ X . . .	3.84	1.38	0.11	0.45	—	8.22	0.90	1.38	1.05	0.15
„ XI . . .	3.74	1.46	0.19	0.31	—	10.80	0.90	1.27	0.94	0.65
„ XII . . .	3.56	1.42	0.10	0.46	—	9.34	1.06	1.34	0.79	0.28
„ XIII . . .	4.07	1.44	0.31	0.99	—	9.97	0.96	1.54	0.90	0.64
„ XIV . . .	4.07	1.44	0.12	0.43	—	10.83	1.13	1.64	1.34	0.77
„ XV . . .	3.93	1.44	0.19	0.88	—	9.29	0.95	1.66	0.96	0.39
„ XVI . . .	4.02	1.46	0.17	0.34	—	11.69	1.88	1.11	1.30	0.36

Wenn man diese Gehaltszahlen der geernteten Pflanzenteile mit der Zusammensetzung der zum Bestäuben verwendeten Flugstaubproben vergleicht, so wird man eine Einwirkung des Flugstaubes auf die Zusammensetzung der Ernten kaum feststellen können.

2. Versuche im Jahre 1905.

α) I. Versuch mit Bohnen (Phaseolus).

Pflanzen bestäubt mit:	a) Bohnenblätter 3 mal bestäubt:						b) Bohnenblätter 2 mal bestäubt:					
	Asche %	Kalk %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Asche %	Kalk %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %
Unbestäubt	17.58	4.70	0.36	0.72	0.88	0.96	17.58	4.70	0.36	0.72	0.88	0.96
Flugstaub III	18.22	4.80	0.37	0.54	1.37	1.94	17.39	5.15	0.29	0.46	0.79	1.40
„ V	20.30	4.65	0.47	0.63	1.49	1.89	18.57	4.60	0.34	0.56	1.15	1.83
„ VI	20.27	5.00	0.43	0.61	1.05	1.57	19.52	5.15	0.32	0.38	0.75	1.71
„ VIII	19.20	5.10	0.33	0.53	2.03	1.17	18.22	5.15	0.34	0.82	1.32	1.25
„ XIV[1]	18.24	4.25	0.40	0.99	1.61	1.65	17.50	5.05	0.37	0.84	1.04	1.39
„ XV	19.87	5.00	0.30	1.51	1.97	1.18	18.53	5.15	0.34	1.20	1.41	1.18
„ XVI	19.44	4.75	0.34	1.26	2.27	1.81	19.22	5.20	0.32	1.05	1.50	1.76
Natriumsulfat	19.17	4.50	0.32	1.68	2.51	1.63	18.52	4.80	0.33	0.89	1.50	1.35

[1]) Reihe a nur 2 mal bestäubt, aber mit der Bestäubung früher wie in Reihe b begonnen.

β) II. Versuch mit Bohnen (Phaseolus).

Pflanzen bestäubt mit:	Stengel:						Blätter:						Hülsen und Bohnen:					
	Asche %	Kalk %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Asche %	Kalk %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %	Asche %	Kalk %	Kali %	Natron %	Schwefelsäure %	Kieselsäure %
Unbestäubt	12.68	2.40	4.29	0.43	1.58	0.34	20.32	6.10	2.88	0.76	0.76	2.34	8.63	1.35	3.07	0.15	0.43	0.22
Flugstaub III	11.90	2.15	3.39	0.68	1.75	0.12	19.81	6.85	2.44	0.50	0.92	3.00	8.24	1.30	3.37	0.29	0.50	0.45
„ VI	11.01	2.15	3.96	0.19	1.66	0.21	20.19	7.30	2.81	0.41	0.69	2.81	8.76	1.20	3.37	0.24	0.40	0.39
„ VIII	11.69	2.10	3.10	0.55	1.91	0.35	—	—	—	—	—	—	8.55	1.25	3.16	0.30	0.47	0.38
„ XIV	12.51	3.00	3.41	1.24	2.56	0.08	20.70	6.50	2.63	1.23	1.27	2.46	9.02	1.40	3.30	0.54	0.86	0.41
„ XV	11.35	2.00	2.75	0.68	1.81	0.32	20.10	6.55	2.35	0.70	1.01	2.42	8.78	1.15	3.23	0.27	0.49	0.42
„ XVI	11.37	2.50	3.00	0.63	2.48	0.63	20.75	6.95	2.49	0.87	1.24	2.78	8.29	1.35	3.09	0.44	0.61	0.32
Natriumsulfat	10.97	2.70	2.80	1.22	2.14	0.30	19.28	6.75	1.94	0.60	1.10	2.33	8.33	1.15	3.25	0.17	0.80	0.25
Natriumsulfid	12.51	2.55	2.91	1.10	1.82	0.60	18.79	6.40	2.25	0.81	0.96	2.29	8.71	1.15	3.30	0.05	0.91	0.34
Calciumsulfid	10.44	4.00	3.18	0.27	1.65	0.34	20.54	6.90	2.19	0.55	1.03	2.26	8.37	1.35	2.86	0.18	0.49	0.24

In dem ersten Versuche (α) sind die Pflanzen in grünem Zustande vorzeitig geerntet worden. Bei der 3maligen Bestäubung in der Reihe a wurde mit der Bestäubung in einem früheren Vegetationsstadium der Pflanzen wie in Reihe b begonnen. Bei einem Vergleiche der Zusammensetzung der bestäubten und der nicht bestäubten Pflanzen fällt die Zunahme an Aschenbestandteilen auf, und zwar an Schwefelsäure und Kieselsäure; der Natrongehalt zeigt nach dem Bestäuben mit den Flugstauben XIV, XV und XVI und mit Natriumsulfat eine merkliche Zunahme; im Kalkgehalt tritt ebenfalls ein Unterschied in den einzelnen Reihen auf, jedoch ist dieser nicht erheblich und lässt auch nicht immer eine Beziehung zu dem Kalkgehalt des Flugstaubes erkennen. Der Kaligehalt schwankt nur innerhalb geringer Grenzen. Diese Unterschiede in der Zusammensetzung zeigen sich bei den nur zweimal bestäubten Pflanzen nicht in dem Grade, wie bei den dreimal bestäubten Pflanzen; daraus, dass in der Reihe a sich auch bei den mit dem Flugstaub XIV bestäubten Pflanzen dieser Unterschied deutlicher zeigt, obwohl hier ebenfalls wie in Reihe b nur eine zweimalige Bestäubung stattgefunden hat, die Reihen a und b sich aber noch dadurch unterscheiden, dass in der Reihe a in einem früheren Vegetationsstadium der Pflanzen mit der Bestäubung begonnen ist, kann man schliessen, dass die stärkere Zunahme der Bestandteile in den bestäubten Pflanzen der Reihe a auf diese zeitigere Bestäubung der Pflanzen zurückzuführen ist. Vergleicht man die Zusammensetzung der Flugstaube mit der Zusammensetzung der mit den betreffenden Flugstauben bestäubten Pflanzen, so findet man, dass die Zunahme die in den Flugstauben vornehmlich vorhandenen Bestandteile betrifft. Es liegt daher die Annahme nahe, dass hier wie bei den schon oben erwähnten Bestäubungsversuchen mit Sodastaub die Flugstaubbestandteile in die Pflanzen dringen. Bei den mit Natriumsulfat bestäubten Pflanzen ergibt sich dasselbe Bild; hier betrifft die Zunahme in erster Linie erklärlicherweise Natron und Schwefelsäure, ferner aber auch Kieselsäure.

Bei den im folgenden Versuche (β) geernteten Bohnen tritt die Einwirkung des Flugstaubes auf die Zusammensetzung der Pflanzen nicht in demselben Maſse hervor; sie lässt sich am ersten noch in dem veränderten Schwefelsäuregehalt der Blätter und Stengel, weniger der Hülsen und Bohnen erkennen. Der

Natrongehalt, bezw. nach der Bestäubung mit Calciumsulfid der Kalkgehalt zeigt ebenfalls in den Stengeln und Blättern eine Zunahme. Die Unterschiede im Kieselsäuregehalt treten hier weniger hervor. Auch im Aschengehalt ist hier nicht, wie bei den früheren Versuchen, eine Zunahme, sondern umgekehrt, eine Abnahme festzustellen, deren Ursache im wesentlichen wohl mit auf die Abnahme des Kalis zurückzuführen ist. Wenn auch diese Untersuchungsergebnisse die Einwirkung des Flugstaubes nicht in demselben Grade wie früher in der Zusammensetzung der Pflanzen erkennen lassen, so dürfen wir doch auch hier auf den Wert der chemischen Untersuchung für den Nachweis der Beschädigung von Pflanzen durch Flugstaub schliessen.

(Siehe die Tabelle auf S. 199.)

In der Zusammensetzung der untersuchten Teile der Roggenpflanzen tritt die Zunahme der Bestandteile nach der Bestäubung der Pflanzen am wenigsten bei den Körnern hervor, mehr bei dem Stroh, indem hier durchweg in den betreffenden Versuchsreihen eine Zunahme an Natron, Schwefelsäure und Kieselsäure zu konstatieren ist, am meisten aber bei den Ähren, welche bei den bestäubten Pflanzen erheblich mehr Asche und darin besonders mehr Kieselsäure und in der betreffenden Reihe auch mehr Kalk enthalten. Letzteres Resultat kann besonders im Vergleich mit den Ergebnissen der schon früher erwähnten Sodabestäubungsversuche auffallen, da hier der Kieselsäuregehalt in den bestäubten Ähren der Getreidearten gegenüber denjenigen der nicht bestäubten Ähren geringer war; im übrigen sind diese Ergebnisse denjenigen nach Sodabestäubung ähnlich.

Aus den Ergebnissen der chemischen Untersuchung der geernteten Pflanzen folgt, dass in einzelnen Fällen die Bestäubung der Pflanzen eine Zunahme derjenigen Bestandteile zur Folge gehabt hat, welche in dem zur Bestäubung verwendeten Material in grösserer Menge enthalten gewesen sind. Wenn dieses Ergebnis nicht in allen Fällen hat nachgewiesen werden können, so mag die Ursache zum Teil darin liegen, dass die Aufnahme dieser Bestandteile durch die Pflanzen abhängig von dem Entwickelungszustand der Pflanzen zu sein scheint; ferner ist aber auch nicht ausgeschlossen, dass die einzelnen Pflanzen sich gegen die Flugstaubbestandteile verschieden verhalten und dadurch sich die nicht immer gleichlautenden Resultate der chemischen Untersuchung

3. Versuch im Jahre 1906 mit Roggen.

Pflanzen bestäubt mit:	Körner:						Stroh:						Ähren:					
	Asche %	Kalk %	Kali %	Natron %	Schwefel-säure %	Kiesel-säure %	Asche %	Kalk %	Kali %	Natron %	Schwefel-säure %	Kiesel-säure %	Asche %	Kalk %	Kali %	Natron %	Schwefel-säure %	Kiesel-säure %
Unbestäubt . . .	2.20	0.20	0.63	0.03	0.24	0.05	7.70	0.90	1.67	0.08	0.45	3.75	9.49	0.50	0.58	0.12	0.21	6.97
Flugstaub III . .	2.51	0.30	0.41	0.33	0.23	0.09	8.80	0.80	2.39	0.13	0.59	3.66	10.95	0.80	0.75	0.03	0.17	7.44
„ VI . .	2.65	0.25	0.65	0.57	0.21	0.08	9.07	0.80	2.18	0.01	0.65	2.41	10.53	0.45	0.54	0.02	0.20	8.01
„ VIII . .	2.12	0.15	0.80	0.14	0.31	0.06	7.48	0.75	1.34	0.07	0.41	3.81	11.34	0.70	0.64	0.11	0.44	8.75
„ XIV . .	2.26	0.25	0.82	0.10	0.34	0.06	8.17	0.70	1.73	0.67	0.66	4.07	13.20	0.75	0.80	0.11	0.41	10.64
„ XV . .	2.15	0.20	0.78	0.06	0.33	0.11	7.19	0.60	2.16	0.63	0.56	2.49	13.41	0.75	0.57	0.10	0.42	11.05
„ XVI . .	2.93	0.20	0.80	0.10	0.20	0.19	8.75	0.95	1.53	0.18	0.69	4.87	13.43	0.80	0.68	0.07	0.38	11.07
Natriumsulfat . .	2.24	0.30	0.64	0.11	0.28	0.07	8.02	0.70	1.41	0.22	0.53	4.33	11.00	0.50	0.59	0.18	0.15	8.12
Natriumsulfid . .	2.40	0.30	0.61	0.29	0.20	0.07	9.26	0.90	1.27	0.18	0.74	4.77	9.48	0.35	0.67	0.27	0.22	6.91
Calciumsulfid . .	2.67	0.30	0.70	0.07	0.28	0.06	7.84	0.80	1.78	0.09	0.81	3.31	10.31	0.70	0.62	0.23	0.27	6.34

erklären. Für die Beurteilung von Flugstaubschäden in der Praxis dürfte das erzielte Versuchsresultat insofern von Bedeutung sein, als bei der gleichzeitigen Einwirkung verschiedenartig zusammengesetzter Flugstaube die chemische Untersuchung einen Anhalt dafür gewähren kann, welcher Flugstaub in erster Linie als schädigender Faktor zu betrachten ist.

B) Mikroskopische Untersuchung.

Die für die mikroskopische Untersuchung entnommenen Blätter der bestäubten Pflanzen wurden in Spiritus aufbewahrt. Bei der Untersuchung wurden von jedem Blatte mehrere Stellen und von jeder Stelle mehrere Präparate geprüft, und zwar vorwiegend die verfärbten und verletzten Blattteile im Zusammenhang mit dem angrenzenden, noch unverletzten, grünen Gewebe. Ich beschränke mich darauf, hier die folgenden Ergebnisse der mikroskopischen Prüfung mitzuteilen.

a) Bohnenblätter mit Flugstaub XIV bestäubt.

Querschnitte durch verschiedene braun bezw. gelbbraun gefärbte Stellen der Blätter zeigen alle das Bild deformierten Gewebes. Da, wo nach dem Aussehen des Blattes die stärkste Beschädigung anzunehmen ist, ist das Gewebe bis auf $^1/_4$ des normalen Dickendurchmessers des Blattes zusammengeschrumpft; die einzelnen Zellen sind in ihrer Form nicht mehr erkennbar — nur einige Gefässe des Blattnerves sind unzerstört — und der Zellinhalt ist zu einer homogenen bräunlichen Masse zusammengeflossen, in der sich weder durch Reagenzien (Jodjodkaliumlösung) noch durch Färbemittel (Methylgrün, Säureviolett) differenzierte Organe (Stärkekörner, Chloroplasten) nachweisen lassen. Diese bräunliche Masse füllt die geschrumpften Zellen ganz aus; durch Eisenchlorid wird sie schmutzig-grün, durch Salpetersäure gelb gefärbt. Stellenweise finden sich im Gewebe Lücken. An weniger stark beschädigten Stellen ist die Schrumpfung eine geringere, fast überall aber die sehr zart gebaute Epidermis kollabiert und der Zellinhalt zusammengeflossen. Diese letztere Erscheinung tritt vereinzelt auch an Stellen bestäubter Blätter auf, welche äusserlich keine Beschädigung erkennen lassen; solche Stellen zeigen auch bisweilen schon einen Zerfall der Chloroplasten. An einigen Stellen mit noch erhaltener Epidermis ist der Gefässteil der Nerven gebräunt. Die Schädigung beginnt

offenbar stets mit einer Abtötung des Protoplasmas der Blattoberseite, was sich dadurch zu erkennen gibt, dass ganz normal aussehende Querschnitte im Palisadenparenchym keine oder fast keine Stärke enthalten, während das Schwammgewebe solche überall aufweist.

Es wurde versucht, durch Färbemittel charakteristische Merkmale zu erhalten; es wurde Lackmus, Safranin und Methylenblau angewendet; nur das letztere ergab das vielleicht bemerkenswerte Resultat, dass die beschädigten Stellen sich schwerer färbten, jedoch, wenn einmal gefärbt, den Farbstoff zähe festhielten, und zwar mit einem Stich ins Grüne.

Die nur zweimal bestäubten Blätter sehen anatomisch nicht viel anders aus, wie die dreimal bestäubten Blätter. Ein bemerkenswerter Unterschied besteht darin, dass sich hier an weniger dünnen Schnitten im Blattinnern und stellenweise auch in der Epidermis kristallinische Körper finden, deren chemische Natur leider wegen des nur vereinzelten Vorkommens nicht ermittelt werden konnte. Ob es sich hierbei um ein ausnahmsweises Vorkommen handelt oder ob diese kristallinischen Körper sich regelmässig nach Flugstaubbestäubungen in den untersuchten Pflanzenteilen finden, so dass sie einen Anhaltspunkt zur Identifizierung einer Flugstaubeinwirkung gewähren können, muss durch weitere Versuche festgestellt werden.

b) Bohnenblätter mit Flugstaub XVI bestäubt.

Die Querschnitte der Blätter zeigen ebenfalls, je nach dem Grade der Beschädigung, ein verschiedenes Bild. Das Gewebe der stark braungefärbten Blattstellen ist meistens heller als dasjenige des angrenzenden leichter gebräunten Blattteiles. In den braungefleckten Stellen des Blattes stehen die Palisadenzellen noch aufrecht, sind jedoch, wie überhaupt das ganze Gewebe, stark geschrumpft; zwischen den Zellen sind vielfach grosse Hohlräume aufgetreten; der Zellinhalt ist ähnlich wie oben zu einer granulösen gleichförmigen Masse geworden.

c) Bohnenblätter mit Flugstaub III bestäubt.

An der Blattoberfläche finden sich muldenförmige Löcher; ausserdem ist auch vielfach das Gewebe zusammengeschrumpft und der Zellinhalt durch das Verschwinden der Chloroplasten verändert. Die Beschädigung ist aber bei weitem nicht so stark, wie z. B. bei dem Flugstaub XIV.

d) Bohnenblätter mit Natriumsulfat bestäubt.

Das zerstörte Gewebe an den Flecken ist hier nicht gebräunt und meistens auch nicht so stark zusammengefallen, wie bei dem Flugstaub XIV; aber auch hier finden sich viele Stellen, an denen das Zellgewebe zu einer unförmlichen Masse umgestaltet ist. Das die Flecken umgebende Gewebe ist leicht gebräunt und zeigt eine Zerstörung der Chloroplasten; in den Flecken bildet der Zellinhalt eine granulöse Masse.

e) Bohnenblätter mit Natriumsulfid bestäubt.

Die Querschnitte dieser Blätter zeigen ein ähnliches Bild, wie nach der Bestäubung mit Natriumsulfat; nur ist das Gewebe in den Flecken gebräunt.

f) Roggenblätter mit Natriumsulfid bestäubt.

Die Blätter zeigen nur vereinzelt stark transparente Flecken, welche auf dem Querschnitte eine sehr starke Gewebszerstörung — mit Ausnahme der Epidermis, welche nur kollabiert ist — aufweisen, neben fast völligem Verschwinden des Zellinhaltes. An Stellen, welche äusserlich gar keine Beschädigung der Blätter erkennen lassen, zeigen hier und da einzelne Zellen oder Zellkomplexe die schon erwähnte Erscheinung des Zusammenfliessens des Zellinhaltes. Eine Bräunung ist nirgends vorhanden, höchstens kann von einer Gelbfärbung gesprochen werden.

g) Gerstenblätter mit Flugstaub XIV bestäubt.

Die Querschnitte durch mehrere der braunen Flecken zeigen übereinstimmend, dass die Bräunung sich nur auf die Epidermis erstreckt; dieselbe ist meist nicht kollabiert. Die Fibrovasalstränge sind im Gegensatz zu den Bohnen hier fast durchweg intakt geblieben, das Mesophyll dagegen zeigt ebenfalls mehr oder weniger starke Deformierung und Zerstörung der Chloroplasten, jedoch kommen hier auch Stellen vor, wo nur eine schwache Schrumpfung des Gewebes vorhanden ist, welche sich durch leichtes Quellen mit schwachem Ammoniak (5 $^0/_0$) wieder aufheben lässt. Auch hier fanden sich in der Epidermis vereinzelt jene kristallinischen, meist halbkugelförmig der Wandung ansitzenden Körper, wie sie bei den mit dem Flugstaub XIV bestäubten Bohnenblättern beobachtet wurden.

Die mikroskopische Prüfung weiterer Blattproben bestätigt durchweg die mitgeteilten Beobachtungen, so dass ich davon absehen kann, sie im einzelnen hier wiederzugeben. Wir erhalten demnach aus diesen Untersuchungen zwar den Nachweis einer Einwirkung der Flugstaubbestandteile bezw. der reinen Salze auf die Blattsubstanz, aber keine typischen anatomischen Merkmale, welche diagnostisch verwertbar wären; inwieweit dieses bei den nach der Bestäubung mit dem Flugstaub XIV beobachteten kristallinischen Körpern der Fall ist, muss noch durch weitere Versuche festgestellt werden. Deshalb können auch die Figuren auf den beigefügten Tafeln I und II nur als Beispiele für die beobachteten Veränderungen im Blattgewebe dienen und dürfen nicht als typisch für die durch das betreffende Bestäubungsmaterial hervorgerufenen Schädigungen angesehen werden. —

Diese Versuche, welche, wie ich schon oben besonders hervorgehoben habe, die Frage unberührt lassen, in welcher Weise die Brauchbarkeit der von Flugstaub befallenen Pflanzen für besondere Nutzungszwecke, z. B. für die Verfütterung, beeinträchtigt wird, welche vielmehr nur zeigen sollen, wie der Flugstaub auf das Gedeihen und die Zusammensetzung der Pflanzen wirkt, ergeben die nachfolgenden Schlussfolgerungen:

1. Die Zusammensetzung der Flugstaubarten wechselt sehr, selbst bei gleichartigem Brennmaterial und gleicher Betriebsart; infolgedessen ist in jedem Falle die Feststellung der Zusammensetzung des Flugstaubes notwendig.

2. Die schädliche Wirkung des Flugstaubes kann einmal in einer Störung bezw. Vernichtung der Keimfähigkeit der Samen, ferner in einer Beeinträchtigung des späteren Wachstums der Pflanzen liegen.

3. Zu den schädigend wirkenden Bestandteilen sind in erster Linie Chloride (Chlornatrium), Sulfide (Natrium- und Calciumsulfid) und vielleicht auch Sulfate (Natriumsulfat) zu zählen.

4. Bei der schädigenden Wirkung des Flugstaubes ist zu unterscheiden, ob der Flugstaub zunächst in den Boden gelangt und dann auf das Pflanzenwachstum nachteilig wirkt oder ob die Pflanzen direkt damit bestäubt werden.

a) Im ersteren Falle hat sich besonders Natriumsulfid als schädlich für das Wachstum der Pflanzen gezeigt, weniger, aber immerhin auch deutlich erkennbar Calciumsulfid. Es ist anzunehmen, dass die schädliche Wirkung dieser Sulfide um so grösser ist, je ungünstiger die Bodenverhältnisse sind bezw. je mehr hierdurch die Bildung von Schwefelwasserstoff aus den Sulfiden gefördert wird. Die grosse Schädlichkeit des Schwefelwasserstoffs für das Gedeihen der Pflanzen ist nach diesen Versuchen zweifellos. Auch Natriumsulfat ist bei grösseren Mengen im Boden den Pflanzen nicht immer zuträglich; in einzelnen Fällen ist allerdings eine günstige Wirkung des Natriumsulfats beobachtet worden.

Die Zusammensetzung der Pflanzen scheint durch die Beimengung von Flugstaub bezw. der geprüften Salze insofern beeinflusst zu werden, als die in dem Bestäubungsmaterial vorwiegend vorhandenen Bestandteile, ferner auch die Kieselsäure in den Pflanzen eine Zunahme erfahren.

b) Durch die Bestäubung der Pflanzen mit Flugstaub bezw. mit den geprüften Salzen wird je nach der Zusammensetzung des Bestäubungsmaterials in mehr oder minder hohem Grade die Blattsubstanz zerstört und damit die Blatttätigkeit aufgehoben, was gleichbedeutend mit einer Wachstumsstörung ist. In erster Linie wirkt hierbei Natriumsulfid, weniger Natriumsulfat und am wenigsten Calciumsulfid nachteilig.

Die Ergebnisse der chemischen Untersuchung der Erntesubstanz lassen annehmen, dass durch die Bestäubung die vorwiegend in dem Bestäubungsmaterial vorhandenen Bestandteile in den Pflanzen vermehrt werden; wenn sich eine solche Zunahme nicht in allen Fällen hat nachweisen lassen, so mag hierbei von grosser Bedeutung gewesen sein, in welchem Vegetationsstadium der Pflanzen die Bestäubung stattgefunden hat, da die Aufnahme dieser Bestandteile im wesentlichen mit von dem Entwickelungszustande der Pflanzen abhängig sein wird.

Die mikroskopische Untersuchung der Blätter lässt die zerstörende Einwirkung einzelner Flugstaube, sowie der geprüften Salze deutlich erkennen; sie gibt uns aber keine typischen anatomischen Merkmale, welche zur Feststellung einer Schädigung durch eine bestimmte Flugstaubart dienen können.

5. Nach den vorliegenden Versuchen kann uns die chemische Untersuchung erkrankter Pflanzen in erster Linie Anhaltspunkte für die Art der schädigenden Einwirkung geben.

Erklärung der Tafeln I und II.

Tafel I.

Fig. 1. Bohnenblätter, nicht bestäubt.
„ 2. „ bestäubt mit Natriumsulfid.
„ 3. „ „ „ Calciumsulfid.
„ 4. „ „ „ Natriumsulfat.
„ 5. „ „ „ Flugstaub XIV.
„ 6. „ „ „ „ XVI.

Tafel II.

Fig. 1. Bohnenblatt, bestäubt mit Flugstaub XIV. Querschnitt durch einen gelblichen Flecken neben dem Blattnerv. Der Inhalt vieler Zellen ist zu einer ziemlich gleichförmigen Masse zusammengeflossen, in den übrigen Zellen sind die Chloroplasten erhalten.

„ 2. Bohnenblatt, bestäubt mit Flugstaub XIV. Die Schrumpfung hat nur die obere Hälfte des Blattdurchmessers ergriffen, der Zellinhalt ist zu einer granulösen gelblichen Masse geworden.

„ 3. Bohnenblatt, bestäubt mit Flugstaub XVI. Das Zellgewebe des ganzen Blattes ist zusammengefallen, der Inhalt der Zellen zu einer granulösen gelben Masse geworden ($2^1/_2$fach stärker vergrössert).

„ 4. Roggenblatt, bestäubt mit Natriumsulfid. Querschnitt durch einen der transparenten Flecken. Völlige Gewebezerstörung des Blattinnern, nur die Gefässe der Blattnerven sind erhalten.

Mitteilung der agrik.-chem. Versuchsstation Berlin,
Institut für Versuchswesen
und Bakteriologie der Kgl. landw. Hochschule.

Untersuchungen
über einige
Ernährungsunterschiede der Leguminosen und Gramineen und ihre wahrscheinliche Ursache.[1])

Von

OTTO LEMMERMANN.

Dass die Leguminosen und Gramineen hinsichtlich ihrer Ernährung mancherlei Verschiedenheiten aufweisen, ist allgemein bekannt.

Am meisten und eingehendsten untersucht ist ihr Verhalten gegenüber dem Stickstoff.

Wir wissen, namentlich durch die Arbeiten von HELLRIEGEL, dass die Leguminosen sich einerseits, ebenso wie die Gramineen, von den Stickstoffverbindungen des Bodens zu ernähren vermögen, und dass sie ferner, im Gegensatz zu den Gramineen, imstande sind, sich ausserdem noch mit Hilfe gewisser Bakterien den freien Stickstoff der Luft für ihre Ernährung nutzbar zu machen. Aber auch gegen andere Nährstoffe verhalten sich Leguminosen und Gramineen verschieden, und zwar insofern, als

[1]) Die Arbeit wurde im Jahre 1902 in Jena begonnen. Infolge der Übersiedelung des Verfassers von Jena nach Dahme und von Dahme nach Berlin musste die Arbeit wiederholt unterbrochen werden. Beendet wurde die Arbeit in Berlin, nachdem bereits im Jahre 1904 über die Hauptresultate auf der Naturforscherversammlung in Breslau referiert worden ist. Die im Jahre 1906 angestellten Untersuchungen über die Azidität der Wurzeln sind unter Mitwirkung der Assistenten Herren Dr. F. HEIM und Dr. H. KAPPEN ausgeführt.

die Leguminosen befähigt sind, sich leichter als die Gramineen auch die schwerer löslichen Mineralbestandteile des Bodens anzueignen. Ich werde weiter unten hierauf noch zurückkommen und entsprechende Belege mitteilen.

Mit diesem verschiedenen Verhalten der Leguminosen und Gramineen gegenüber den Nährstoffen hängt es augenscheinlich auch zusammen, dass die Leguminosen und Gramineen, wenn man sie zusammen als Gemisch anbaut, sich gegen eine Düngung unter Umständen in ganz charakteristischer Weise verschieden verhalten. Es ist ja eine bekannte Erscheinung, dass der Bestand einer Wiese an Leguminosen und Gramineen sehr häufig sich in ganz bestimmter Richtung ändert, je nachdem man die Wiesen düngt mit Thomasmehl und Kainit oder mit Salpeter.

Düngt man mit Thomasmehl und Kainit, so kann man eine Zunahme der Leguminosen beobachten, düngt man mit Salpeter, so nehmen die Gräser zu und können unter Umständen die Leguminosen fast ganz verdrängen.

So fanden u. a. LAWES und GILBERT,[1]) welche diese Beobachtungen meines Wissens zuerst zahlenmässig festgelegt haben, folgendes:

Zusammensetzung der Wiese:	Art der Düngung:		
	Ohne Düngung %	Volle Mineraldüngung ohne Stickstoff %	Salpeter %
Gräser	74.09	66.44	89.75
Leguminosen	6.89	24.09	0.86
Übrige Arten	19.02	9.51	9.39
	100.00	100.00	100.00

Diese Beobachtungen sind dann später durch viele andere bestätigt worden.

Man hat auch darüber Versuche angestellt, ob das Wachstum der Leguminosen mehr durch eine Düngung mit phosphorsäurehaltigen Düngemitteln oder durch eine solche mit Kalisalzen gefördert würde. Zu einem abschliessenden Ergebnisse

[1]) Zentralblatt für Agrikulturchemie, X. Jahrg., S. 808.

ist man jedoch noch nicht gelangt. Im grossen und ganzen scheint aber aus den verschiedenen Versuchen hervorzugehen, dass durch eine Düngung mit Phosphorsäure die Vegetation der Leguminosen in höherem Maſse gefördert wird, als durch eine Düngung mit Kalisalzen,[1]) wenngleich auch die Kalisalze oft in bedeutendem Grade das Wachstum der Leguminosen auf Wiesen begünstigen. Es fehlt aber auch nicht an einzelnen Beobachtungen, wonach durch eine Kalidüngung unter Umständen stärker die Entwickelung der Gräser als die der Leguminosen erhöht wird;[2]) wir werden hierauf ebenfalls noch zurückzukommen haben.

Dass ferner auch der natürliche Gehalt des Bodens von Einfluss auf die floristische Zusammensetzung ist, hat man auf Dauerweiden beobachtet.[3])

Es ist nun die Frage: Was ist die Ursache dieser Erscheinungen? Wie kommt es, dass die Leguminosen den Gramineen gegenüber dadurch ausgezeichnet sind, dass sie sich ausser den Stickstoffverbindungen des Bodens auch noch den freien, elementaren Stickstoff der Luft nutzbar machen können, dass sie ferner leichter als die Gramineen sich die schwerlöslichen Mineralstoffe des Bodens aneignen können und dass sie schliesslich sich gegen eine Düngung oft so ganz anders verhalten als die Gramineen. Wenn man sich in der Literatur nach einer Erklärung umsieht, so findet man über diesen Gegenstand so gut wie gar nichts; was man findet, ist nicht viel mehr als eine einfache Umschreibung der Tatsachen. Ich habe mir daher vor einigen Jahren die Aufgabe gestellt, die Eigenschaften der Leguminosen und Gramineen an der Hand der Literatur resp. auf Grund eigener Versuche einer vergleichenden Untersuchung zu unterziehen, um obiger Frage näher zu treten.

Will man sich eine Vorstellung über die Ernährungsunterschiede der Leguminosen und Gramineen bilden, so ist es klar, dass man bei einem solchen Erklärungsversuche davon ausgehen muss, dass sich die betreffenden Eigenschaften herausgebildet haben im Kampfe ums Dasein resp. um die Ernährung.

---

[1]) Versuche von Fleischer in Mitteil. des Vereins zur Förderung der Moorkultur 1896, S. 441—447.

[2]) Märcker, Über die Wirkung der Kalisalze auf verschiedene Bodenarten; Arbeiten der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft Heft 20, S. 29.

[3]) Weber-Emmerling, Beiträge zur Kenntnis der Dauerweiden; Heft 61 der Deutschen Landwirtschafts-Gesellschaft.

Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, könnte man, wenn man an das verschiedene Verhalten eines Leguminosen-Gramineengemisches gegen eine verschiedene Düngung denkt, folgende Überlegung anstellen: Wenn man beobachtet hat, dass auf einer Wiese durch eine Düngung mit Thomasmehl und Kainit die Vermehrung der Leguminosen auf Kosten der Gramineen zunimmt, so erscheint das ohne weiteres verständlich, denn die Leguminosen sind ja imstande, den elementaren Stickstoff der Luft für ihre Ernährung zu benutzen; düngt man also eine Wiese mit Phosphorsäure und Kali, so kann man annehmen, dass die Leguminosen den Gramineen gegenüber hinsichtlich ihrer Gesamternährung im Vorteil sind, da die Gramineen hinsichtlich ihrer Stickstoffernährung auf den verhältnismässig nur geringen Stickstoffgehalt des Bodens angewiesen sind.

Wenn man nun weiter beobachtet hat, dass durch eine einseitige Stickstoffdüngung das Wachstum der Gramineen auf Kosten der Leguminosen befördert wird, so kommt man auf Grund eines Analogieschlusses zu dem Resultate, dass die Gramineen in diesem Falle imstande sein müssen, sowohl den Stickstoff der Düngung, als auch die im Boden vorhandenen Mineralstoffverbindungen besser aufzunehmen, so dass sie dann hinsichtlich ihrer Gesamternährung den Leguminosen gegenüber im Vorteil sind.

Gegen eine solche Schlussfolgerung könnte man nun geneigt sein einzuwenden, dass es doch bekannt sei, dass gerade die Leguminosen dadurch ausgezeichnet sind, dass sie die mineralischen Nährstoffe des Bodens besser aufnehmen und ausnutzen können als die Gramineen. Aber das ist doch nur insoweit zutreffend, als man weiss, dass die Leguminosen imstande sind, die schwerer löslichen Mineralstoffe des Bodens sich besser anzueignen. Keineswegs gilt dieses aber auch so ohne weiteres für die leichter löslichen, in der Bodenflüssigkeit gelösten resp. lösbaren Nährsalze. Ja, man könnte sogar, wenn man die Verhältnisse vom biologischem Standpunkte aus überblickt, weiter folgern, dass sich bei den Leguminosen die Fähigkeit, auch die schwerer löslichen Verbindungen aufzunehmen, darum ausgebildet hat, weil sie sich bezüglich der Aufnahme der leichtlöslichen Mineralstoffe anderen Pflanzen gegenüber im Nachteil befinden. Und weiter könnte man dann dementsprechend annehmen, dass sich die Leguminosen die Fähigkeit, den elementaren Stickstoff

der Luft zu erwerben, darum erworben haben, weil sie bezüglich der Aufnahme des Bodenstickstoffs mit anderen Pflanzenarten nicht konkurrieren konnten. Im Anschluss hieran möchte ich auch darauf hinweisen, dass die Samen der Leguminosen durchweg mit Stickstoff und fast durchweg auch mit den übrigen Nährstoffen besser ausgestattet sind als die der Gramineen und anderer Pflanzenfamilien, — ein Umstand, der natürlich für die jungen Keimpflanzen von grosser Wichtigkeit ist und auf dessen Bedeutung wir noch zurückkommen werden.

Bevor wir den Ursachen der soeben besprochenen verschiedenen Eigenschaften der Leguminosen und Gramineen weiter nachgehen, seien noch über die vorhin erwähnte verschiedene Fähigkeit der Leguminosen und Gramineen, schwerlösliche Verbindungen sich anzueignen, einige Angaben gemacht.

In erster Linie sind da zu erwähnen die exakten Untersuchungen von Dietrich, wodurch dies verschiedene Verhalten wohl zuerst zahlenmässig zum Ausdruck gebracht wurde. Dietrich prüfte das verschiedene Verhalten einiger Pflanzen gegenüber grob zerstossenem, unverwittertem Basalt resp. Sandstein und fand u. a. folgendes:

Art der Pflanze:	Menge der aufgenommenen Bestandteile	
	aus Sandstein g	aus Basalt g
Lupine (3 Pflanzen)	0.608	0.749
Erbse (3 „)	0.481	0.713
Wicke (4 „)	0.221	0.251
Weizen (8 „)	0.027	0.196
Roggen (8 „)	0.014	0.132

Diese Befunde zeigen uns deutlich die Fähigkeit der Leguminosen, in höherem Maße als die Gramineen schwerer lösliche Mineralstoffe sich anzueignen.

Es ist gegen diese Versuche der Einwand erhoben worden, dass infolge des Fehlens einer Stickstoffdüngung die Leguminosen den Gramineen von vornherein überlegen gewesen wären, und dass auf diesen Umstand die bessere Ausnutzung des Substrats durch die Leguminosen zurückgeführt werden könne.[1])

[1]) Prianischnikow, Zur Frage über den relativen Wert der verschiedenen Phosphate; Landw. Vers.-Stat. Bd. 56.

Wenn ich nun auch nicht glaube, dass unter den vorliegenden Verhältnissen eine nennenswerte Stickstoffassimilation der Leguminosen stattgefunden haben kann, so mögen doch noch einige andere Versuche mitgeteilt sein, welche ebenfalls die überlegene Aufnahmefähigkeit der Leguminosen gegenüber schwerlöslichen Nährsalzen zeigen. C. SCHREIBER[1]) düngte verschiedene Pflanzen, die eine Grunddüngung von Stickstoff, Kali und Kalk erhalten hatten, mit einem unaufgeschlossenen Mineralphosphat (phosphat de liège). Es wurden dadurch bei den verschiedenen Pflanzen pro Topf folgende Mehrerträge an Trockensubstanz erzeugt:

Gramineen:		Leguminosen:	
Weizen	0.0 g	Serradella	1.45 g
Roggen	0.0 „	Weisser Klee	3.50 „
Gerste	0.0 „	Roter Klee	4.25 „
Hafer	0.0 „	Luzerne	5.40 „
Dinkel	0.0 „	Wicken	9.50 „
Timotheegras	0.45 „	Erbsen	15.70 „

Zu ähnlichen Resultaten kam PRIANISCHNIKOW.[2]) Nach seinen Versuchen in Sandkulturen gestaltete sich der Ausnutzungskoeffizient verschiedener Pflanzen für verschiedene Phosphate folgendermassen:

	Quelle der P_2O_5:	Phosphorit	Knochenmehl	Thomasschlacke	Wasserlösliche Phosphorsäure
		%	%	%	%
Ausnutzungskoeffizient	1. Zerealien . . .	0—10	40	60—70	100
	2. Lupinen, Erbsen, Buchweizen usw.	60	90	100	100

Auf Grund dieser Untersuchungen teilt PRIANISCHNIKOW die Pflanzen direkt ein in solche, denen die Phosphorsäure der

---

[1]) C. SCHREIBER in BIEDERMANNS Zentralblatt Bd. 26, 29.

[2]) PRIANISCHNIKOW in Landw. Vers.-Stat. Bd. 56, S. 126. Wenn PRIANISCHNIKOW in seiner Arbeit bemerkt, dass die westeuropäischen Versuchsstationen, die sich mit der Düngungsfrage beschäftigen, dem Umstande bisher fast gar keine Bedeutung beigemessen hätten, mit welcher Pflanze dieser oder jener Versuch angestellt werde, so ist das nicht zutreffend. Auf das verschiedene Verhalten der verschiedenen Pflanzen ist sehr häufig hingewiesen worden, ich nenne von vielen nur die Arbeiten von WAGNER und DRECHSLER. WAGNER hat es bereits 1885 auf Grund seiner Versuche für wahrscheinlich erklärt, dass Lupinen und Buchweizen die Phosphorsäure des Bodens besser ausnutzen könnten, als andere Pflanzen (cfr. Einige praktische wichtige Düngungsfragen 1885, S. 41).

Phosphorite fast unzugänglich ist, wozu die Zerealien gehören, und in Pflanzen mit energischerer Absorptionsfähigkeit ihrer Wurzeln, wie Buchweizen, Lupine, Erbse, Senf.

Wenn wir nun die wahrscheinlichen Ursachen des unterschiedlichen Verhaltens der Leguminosen und Gramineen hinsichtlich der Aufnahme der Nährstoffe aufsuchen wollen, so müssen wir zunächst die morphologische und physiologische Beschaffenheit der die Nährstoffaufnahme direkt oder indirekt vermittelnden Organe einer vergleichenden Betrachtung unterziehen.

Das sind also das Wurzelsystem und die Blattorgane.

Die Ausbildung des Wurzelsystems.

Über die Ausbildung des Wurzelsystems der Leguminosen und der Gramineen sind wir seit Hales (1874) durch viele Untersuchungen ziemlich gut orientiert. Namentlich aber der Ausspruch Liebigs: „die Bekanntschaft mit der Bewurzelung der Gewächse ist die Grundlage des Feldbaues“ ist der Anlass zu vielen Studien auf diesem Gebiete gewesen, die allerdings noch der Fortsetzung nach mancher Richtung hin bedürfen.

Die Untersuchungen haben gezeigt, dass die verschiedenen Angehörigen der Leguminosen und Gramineen zwar grosse Verschiedenheiten hinsichtlich der Bewurzelung aufweisen, dass auch die Entwickelung des Wurzelsystems einer Pflanze durch physikalische und chemische Einflüsse in weitgehendster Weise beeinflusst werden kann, dass aber doch folgender fundamentaler Unterschied in der Bewurzelung der Leguminosen und Gramineen vorhanden ist, der durch die mannigfachen Schwankungen nicht verwischt wird: Die Gramineen sind Flachwurzler, sie breiten ihr Wurzelsystem vorzugsweise in der Ackerkrume aus. Vereinzelte Wurzeln können unter Umständen auch in beträchtliche Tiefen dringen. Aber für die Ernährung ist das zumeist von untergeordneter Bedeutung; in erster Linie sind die Gramineen hinsichtlich ihrer Ernährung und Wasserversorgung auf die obersten Schichten des Erdbodens angewiesen.

Im Gegensatz hierzu sind die Leguminosen Tiefwurzler. Die meisten besitzen ein mächtig ausgebildetes Wurzelsystem und dringen mit einem grossen Teil desselben in tiefe Schichten des Bodens ein.

Es dürfte sich erübrigen, einen zahlenmässigen Beleg für diese bekannten Tatsachen hier anzuführen.[1])

Wie schon erwähnt, wird die Ausbildung des Wurzelsystems sehr beeinflusst durch mancherlei Faktoren, besonders auch durch den Wasser- und Nährstoffgehalt des Substrates. Man kann beobachten, dass innerhalb bestimmter Grenzen die Entwickelung des Wurzelsystems im umgekehrten Verhältnis zu dem Nährstoff- und Wassergehalt des Bodens steht, dass die Pflanzen bei Wasser- und Nährstoffmangel also ihr Wurzelsystem auf Kosten der oberirdischen Organe relativ besonders gut ausbilden, um so die vorhandene Nahrung soweit wie möglich auszunutzen.[2])

Wenn wir dies berücksichtigen, dann werden wir auch in dem so ungleich ausgebildeten Wurzelsystem der Leguminosen und Gramineen eine Anpassungserscheinung erblicken dürfen. Wir können annehmen, dass die Leguminosen ihr mächtiges und tiefgehendes Wurzelsystem ausgebildet haben, um imstande zu sein, auch noch aus denjenigen Regionen des Bodens ihren Bedarf an Nährstoffen und Wasser zu decken, wo ihnen die Wurzeln anderer Pflanzen keine nennenswerte Konkurrenz mehr bereiten können.

Die Wurzelhaare der Leguminosen und Gramineen.

Für die Wasser- und Nährstoffaufnahme sind bekanntlich die Wurzelhaare von grösster Bedeutung. Sie sind die eigentlichen Organe, durch welche die Wasser- und Nährstoffaufnahme aus dem Boden vor sich geht. Daneben kommen nach den Untersuchungen von Kny zwar auch noch die jüngsten Regionen der Wurzeln in Betracht, aber gegenüber den Wurzelhaaren tritt ihre Bedeutung zweifellos sehr zurück.

Da nun ferner die Ausbildung der Wurzelhaare in ähnlicher Weise, wie wir das bei den Wurzeln selbst gesehen haben,

---

[1]) Eine gute Übersicht der Literatur über die Bewurzelung der Pflanzen findet sich in der Arbeit von Dr. K. Opitz: Untersuchung über Bewurzelung und Bestockung einiger Getreidearten; Breslauer Mitteilungen II. Bd., Heft IV. Ferner seien hier besonders erwähnt die neueren Arbeiten von B. Schulze; Festschrift der Versuchsstation Breslau, 1907.

[2]) Cfr. v. Seelhorst, Journal für Landwirtschaft 1898, 1902. Dehérain, Fühlings Zeitung 1894, S. 584. Prianischnikow, Jahresbericht für Agrikulturchemie 150. Biedermanns Zentralblatt 1903, S. 829. Die von Nobbe, Thiel u. a. gemachte Beobachtung, dass in nährstoffärmeren Schichten des Bodens eine geringere Verästelung und Ausbreitung des Wurzelsystems stattfindet als in nährstoffreicheren, steht natürlich obigen Feststellungen nicht entgegen.

im Zusammenhang steht mit dem Wasser- und Nährstoffbedürfnis der Pflanzen und bestimmt wird durch den Wassergehalt und Nährstoffgehalt des Substrates, so müsste für unsere Zwecke eine vergleichende Übersicht über die Behaarung der Leguminosen- und Gramineenwurzeln von grossem Interesse sein.

Leider liegt nicht viel Material vor, das in diesem Sinne zu verwenden ist.

SCHWARZ[1]) hat bei seinen Untersuchungen über die Wurzelhaare der Pflanzen u. a. auch die Vergrösserung, welche die Wurzeloberfläche durch die Wurzelhaare erfährt, ziffernmässig festgelegt.

Es wurde berechnet, dass durch die Ausbildung der Haare die Wurzeloberfläche vergrössert wird, z. B.

beim Mais um das 5.5fache,
bei der Gerste um das 12fache,
bei der Erbse um das 12.4fache.

Weitere vergleichende Untersuchungen über die Wurzelhaarbildung bei einigen Pflanzenfamilien sind von HESSE[2]) auf Veranlassung von STAHL angestellt worden.

Hinsichtlich einiger Gramineen und Papilionazeen ergaben die Messungen der Länge und Dicke der Wurzelhaare folgende Resultate.

Gramineen.

Versuchspflanze	Wurzelhaare[3]) Länge in mm	Durchmesser mm
Gerste	1.40	0.0102
Kanarienhirse	1.00	0.0070
Hafer	0.98	0.0090
Mais	0.96	0.0116
Trespe, taube	0.90	0.0080
Roggen	0.86	0.0070
Wiesenfuchsschwanz	0.82	0.0072
Rispengras, 1jährig	0.80	0.0072
Perlgras	0.78	0.0080
Ruchgras	0.70	0.0074
Gew. Hirse	0.68	0.0050
Weizen	0.62	0.0068
Zuckerhirse	0.62	0.0060

[1]) SCHWARZ, Die Wurzelhaare der Pflanzen; Untersuchungen aus dem botanischen Institut zu Tübingen Bd. I, Heft II, 1883, S. 135—188.

[2]) H. HESSE, Morphologie und Biologie der Wurzelhaare. Inaugural-Dissertation. Jena 1903.

[3]) Die Wurzelhaare waren in freier Erde gewachsen.

Papilionazeen.

Versuchspflanze	Wurzelhaare[1]) Länge in mm	Durchmesser mm
Erbse	0.72	0.0132
Bohne	0.67	0.0171
Linse	0.62	0.0151
Wicke	0.49	0.0111
Bärenschote	0.45	0.0110
Kronwicke	0.32	0.0110
Fahnenwicke	0.32	0.0112
Hufeisenklee	0.31	0.0108
Spargelbohne	0.31	0.0112
Rotklee	0.27	0.0111
Schwarze Platterbse	0.21	0.0114
Hopfenluzerne	0.17	0.0096

Diese Zahlen lassen erkennen, dass bei den untersuchten Pflanzen im allgemeinen die Haare der Gramineen länger und dünner, die Haare der Papilionazeen kürzer und dicker sind.

Die Oberfläche der Haare ist dementsprechend auch bei den Gramineen wohl im allgemeinen grösser. Um aber zu einem besseren Urteil über die Behaarung der beiden Pflanzenfamilien zu gelangen, ist es natürlich noch nötig, die Menge der Haare zu kennen.[2])

Hesse gibt hierüber an: Gramineen: Behaarung ausserordentlich reichlich und über sämtliche Wurzeln ziemlich gleichmässig verteilt. Papilionazeen: Räumliches Auftreten je nach der Ausbildung der oberirdischen Teile schwankend. Phaseolus vulgaris, Phaseolus multiflorus, Vicia Faba besitzen z. B. nach Hesse reichliche Behaarung, andere, auf Triften, Grasplätzen usw. gewachsene Arten mässige Behaarung.

Im allgemeinen wird man den Eindruck gewinnen, als ob, wenn wir wiederum von dem abweichenden Verhalten einzelner Glieder absehen, die Behaarung bei den Gramineen eine bessere ist als bei den Papilionazeen.

Die Wurzelausscheidungen.

Durch die neueren Arbeiten, besonders von Prianischnikow, Molisch, Czapeck u. a. ist die schon von Becquerel, Liebig,

[1]) Die Wurzelhaare waren in freier Erde gewachsen.

[2]) Schwarz hat bei einigen Pflanzen Zählungen angestellt, wieviel Wurzelhaare auf 1 qmm entfallen. Es wäre zu wünschen, dass über diesen Punkt noch weitere vergleichende Untersuchungen angestellt würden.

Sachs und Knop gemachte Beobachtung bestätigt worden, dass die Pflanzenwurzeln nicht nur Kohlensäure, sondern auch noch andere Säuren ausscheiden.

Es unterliegt auch gar keinem Zweifel, dass die Pflanzenwurzeln mit Hilfe dieser Säureausscheidungen aktiv an der Löslichmachung der von ihnen benötigten Nährstoffe beteiligt sind.

Für unsere Frage ist es daher von Interesse zu untersuchen, ob die Fähigkeit, selbsttätig die Bodenbestandteile aufzuschliessen, bei allen Pflanzen gleich gut ausgebildet ist, ob speziell die früher von uns besprochene Fähigkeit der Leguminosen, sich die schwerer löslichen Nährstoffe des Bodens besser anzueignen als die Gramineen, mit der Azidität ihrer Wurzelausscheidungen in einem gewissen Zusammenhang steht.

Um diese Frage ganz zufriedenstellend beantworten zu können, müssten wir imstande sein, über die Natur und Menge der von den verschiedenen Pflanzen produzierten Wurzelausscheidungen und die Faktoren, von welchen ihre Produktion abhängig ist, nähere Angaben machen zu können.

In dieser Hinsicht ist es aber um unsere Kenntnis noch ziemlich mangelhaft bestellt.

Wir wissen wenig Positives darüber, ob die Wurzelausscheidungen bei den verschiedenen Pflanzen gleicher oder verschiedener Art sind.

Sicher wissen wir nur, dass alle Pflanzen aus ihren Wurzeln Kohlensäure ausscheiden. Über die Art der übrigen Wurzelausscheidungen gehen die Meinungen auseinander.

So gut wie sicher kann man wohl annehmen, dass freie Mineralsäuren, wie einige Forscher das vor einiger Zeit wohl annahmen, von den Pflanzenwurzeln nicht ausgeschieden werden, wenig wahrscheinlich ist die Ansicht von Czapeck, dass die Wirkung der Wurzelsekrete auf ihren Gehalt an sauren Salzen von Mineralsäuren (Monokaliumphosphat) zurückzuführen ist, am wahrscheinlichsten ist es, dass es organische Säuren (wie Ameisensäure, Zitronensäure, Oxalsäure) sind, welche zur Ausscheidung gelangen.

Es ist auch in letzterer Zeit, so von Czapeck[1]) und Jost[2]) die Meinung ausgesprochen, dass die lösenden Eigenschaften

---

[1]) Czapeck, Jahrbuch für wissenschaftliche Botanik Bd. XXIX, Heft 3.
[2]) Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie S. 117.

der Pflanzenwurzeln zum grössten Teil durch die produzierte Kohlensäure hervorgebracht werden. Aber dieser Meinung dürfte kaum beizupflichten sein. Zwingende Beweise für diese Ansicht liegen jedenfalls nicht vor, wohl aber liessen sich, wie das schon PRIANISCHNIKOW[1]) und KUNZE[2]) gezeigt haben, berechtigte Bedenken gegen diese Ansicht erheben. Schon KNOP[3]) schloss aus dem Umstande, dass Pflanzen imstande sind, Tonerde aufzunehmen, dass dabei organische Säuren beteiligt sein müssten. Und wenn man ferner die Mengen von Mineralsubstanzen, welche die Pflanzen unter Umständen aus einem Boden aufnehmen können, vergleicht mit der Löslichkeit dieser Mineralstoffe in Säuren, so ist man oft erstaunt über die Aufschliessungskraft der Pflanzen, und man wird sich nicht vorstellen können, dass die Kohlensäure die Hauptursache dieser Kraft sein soll.

So äusserten BERTHELOT und ANDRÉE auf Grund ihrer Untersuchungen s. Z.: Die Pflanzen vermögen dem Boden nicht nur die geringsten Mengen Schwefel, Phosphor, Kali und Eisen zu entziehen, sie entnehmen ihm auch merkwürdigerweise erheblich grössere Mengen davon, als er an Mineralsäuren abzugeben vermag. In ähnlicher Weise sprachen sich auch andere Forscher, wie THOMS, sowie POLSTORFF und WIEGMANN aus.

Wir werden also annehmen müssen, ohne die Bedeutung der Kohlensäure zu unterschätzen, dass jedenfalls organische Säuren in hervorragendem Maſse an der Löslichmachung der mineralischen Bodenbestandteile beteiligt sind. Da wir aber, wie gesagt, über die eventuell verschiedene Natur dieser Säuren bei den Leguminosen und Gramineen nichts Näheres wissen, müssen wir uns nunmehr der weiteren Frage zuwenden, ob hinsichtlich ihrer Menge Unterschiede bestehen.

Ich habe bereits weiter oben darauf hingewiesen, dass sich sowohl bei der Ausbildung des Wurzelsystems als auch bei der Ausbildung der Wurzelhaare Anpassungserscheinungen an die vorliegenden Ernährungsverhältnisse beobachten lassen.

Es lag daher nahe, anzunehmen, dass dieses auch hinsichtlich der Menge der produzierten resp. ausgeschiedenen Wurzel-

---

[1]) PRIANISCHNIKOW, Bericht der D. b. G. Bd. XXII, S. 186.

[2]) KUNZE, Über Säureausscheidungen bei Wurzeln. Inaugural-Dissertation 1906.

[3]) KNOP, Lehrbuch der Agrikulturchemie, I. S. 658.

sekrete der Fall sein würde, in dem Sinne, dass z. B. die Azidität der Pflanzenwurzeln von der Art der Pflanze, ihrem Nährstoffbedürfnisse und den Nährstoffverhältnissen des Bodens abhängig ist. Durch Tastversuche konnte ich mich bereits im Jahre 1901 davon überzeugen, dass die Azidität der Pflanzenwurzeln bei einer Pflanze zur Zeit der grössten Nährstoffaufnahme eine grössere ist, als nach der Reife der Pflanze, dass also in der Tat die Menge der Säureausscheidung mit der Grösse der Nährstoffaufnahme in einem gewissen Zusammenhange steht. Wir wollen nun sehen, was wir über die Menge der speziell von den Leguminosen und Gramineen in den Wurzeln produzierten Säuren wissen, soweit es für unsere Zwecke wichtig ist.

Die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure.

Was zunächst die Menge der produzierten Kohlensäure anlangt, so liegen bedauerlicherweise vergleichende Untersuchungen, wie sich die verschiedenen Pflanzen in dieser Richtung verhalten, meines Wissens so gut wie gar nicht vor.

Über die Menge der von gewissen Pflanzen durch die Wurzeln während eines gewissen Zeitraumes produzierten Kohlensäure sind allerdings schon wiederholt Untersuchungen angestellt, aber die vorliegenden Daten reichen zu einer vergleichenden Betrachtung nicht aus. Sie lassen aber erkennen, dass die Menge der ausgeschiedenen Kohlensäure sehr beträchtlich ist.

In neuerer Zeit teilten Stocklasa und Ernest mit, dass sie vergleichende Untersuchungen über die Atmungsintensität der Wurzeln unserer Kulturpflanzen angestellt hätten. Genauere Angaben über die Resultate liegen jedoch noch nicht vor. Aus den vorläufigen Mitteilungen[1]) lässt sich entnehmen, dass, wie zu erwarten war, das Wurzelsystem der Kulturpflanzen eine sehr verschiedene Atmungsintensität besitzt, sofern man dieselbe Zeit der Entwickelung und dieselbe auf Trockensubstanz berechnete Menge in Betracht zieht.

Ferner finden wir angegeben, dass von den bisher untersuchten Pflanzen die Wurzeln von Trifolium pratense, Beta vulgaris und Avena sativa die grösste Menge Kohlensäure ausscheiden. Es ist sehr erwünscht, dass unsere Kenntnisse über diesen Gegenstand durch weitere Versuche ergänzt werden.

---

[1]) Stocklasa und Ernest: Zentralbl. für Bakteriologie Bd. XIV, S. 735.

Wünschenswert wäre es namentlich, die CO_2-Bildung verschiedener Pflanzen unter verschiedenen Ernährungsverhältnissen durch die ganze Vegetationszeit hindurch zu verfolgen.

Die Menge der übrigen Wurzelausscheidungen.

Es liegt auf der Hand, dass für den Ausfall derartiger Untersuchungen die Art der angewandten Untersuchungsmethode von grosser Bedeutung sein muss. Wir werden das auch im Laufe dieser Ausführungen noch näher sehen.

Verschiedene Forscher sind bei ihren diesbezüglichen Untersuchungen so verfahren, dass sie die Wurzeln junger Keimlingspflanzen, die auf Fliesspapier, in Wasser, Sägespänen oder in dampfgesättigten Räumen gewachsen waren, auf ihre Azidität prüften. Entweder in der Weise, dass die Säuremenge geprüft wurde, welche an Wasser abgegeben wurde, oder indem man die Wurzeln direkt auf Lackmuspapier wachsen liess.

Der Vorzug dieser Methode liegt darin, dass man imstande ist, nur die wirklichen Wurzelsekrete zu bestimmen, aber dieser Zweck wird in Wirklichkeit nicht immer erreicht. Wenn die Wurzeln längere Zeit im Wasser verweilen, so werden auch Wurzelsäfte in die Flüssigkeit diffundieren. Lässt man die Wurzeln auf Fliesspapier oder Lackmuspapier keimen, so können sich Zersetzungsprodukte aus den abgestorbenen Teilen bilden, und in Anbetracht der an und für sich schon sehr geringen Säuremengen, die zur Bestimmung gelangen und nur mit Hilfe von Reagenzpapier gemessen werden können, kann dadurch das Bild getrübt werden.

Ich habe mich noch aus einem anderen Grunde nicht entschliessen können, nach dieser Methode zu arbeiten. Wenn man annimmt, dass die Säureausscheidungen der Pflanzenwurzeln mit der Nährstoffaufnahme im Zusammenhang stehen, so folgt daraus unmittelbar, wie ich eben schon erwähnte, dass auch die Menge der gebildeten Säuren nicht nur von dem Alter der Pflanzen abhängig sein wird, sondern auch von der Leicht- oder Schwerlöslichkeit der Nahrung.

Die Unterschiede, welche in Wasser oder dergleichen Substraten gezogene Keimlingswurzeln etwa hinsichtlich der Azidität aufweisen, brauchen demnach nicht (da es sich um einen selbstregulatorischen Akt handelt) für andere Ernährungsverhältnisse zutreffend sein.

Von den sich darbietenden Untersuchungsmöglichkeiten erschien mir nach mancherlei Erwägungen am richtigsten, das ganze Wurzelsystem in dem Zustande zu untersuchen, wo zu erwarten stand, dass es seine grösste Leistung hinsichtlich der Säureausscheidungen entfalten würde.

Es wurden zu diesem Zwecke verschiedene Pflanzen unter gleichen Verhältnissen in Gefässen gezogen, in welchen ihnen ein Teil der Nährstoffe nur in schwerlöslicher Form zur Verfügung stand. Die Wurzeln wurden dann aus dem Boden herausgelöst und in ihrer Gesamtheit zur Bestimmung der in ihnen enthaltenen Azidität benutzt, in einer Weise, die unten näher mitgeteilt ist.

Diese Methode hat natürlich auch ihre grossen Mängel. Beim Herauslösen der Wurzeln aus dem Boden gehen eine Menge von Wurzelhaaren verloren, und was zur Bestimmung gelangt, ist die Gesamtmenge der in den Wurzeln vorhandenen Säuren, nicht nur die wirklich sezernierte Säure. Aber es ist wohl anzunehmen, das zwischen der Menge der in den Wurzeln überhaupt vorhandenen Säure und der ausgeschiedenen Säure ein gewisser Zusammenhang besteht.

Jedenfalls erschien mir diese Methode, so roh sie auch ist, vor allen anderen noch in Frage kommenden in mancher Beziehung den Vorzug zu verdienen, um so mehr als auch bereits Versuche vorlagen, die zeigten, dass sich mit Hilfe einer solchen Untersuchung ein charakteristischer Unterschied in der Beschaffenheit der Leguminosen und Gramineen feststellen lässt.

Bei seinen Untersuchungen über die analytische Bestimmung der wahrscheinlich assimilierbaren Pflanzennährstoffe im Boden hatte Dyer[1]) nach einem Reagens für die Extraktion des Bodens gesucht und zu diesem Zwecke festzustellen versucht, wie stark sauer man sich die Wurzeln zu denken hat.

Zu diesem Zwecke wurden die Pflanzen kurz vor der Blüte (also wenn sie im kräftigen Wachstum standen) in folgender Weise der Untersuchung unterworfen.

Das Wurzelwerk wurde samt der anhaftenden Erde aus dem Boden gehoben und mit Wasser rasch abgespült. Dann wurden die Wurzeln zwischen Fliesspapier getrocknet. Ein Teil der Wurzeln diente zur Bestimmung der Trockensubstanz, ein anderer zur Bestimmung der Azidität.

---

[1]) cfr. Zentralblatt für Agrikulturchemie 1894, S. 800.

Zur Bestimmung derselben wurden die Wurzeln mit der Schere zerschnitten und mit destilliertem Wasser ausgekocht. Die Flüssigkeit wurde durchgeseiht, der Rückstand in einem Porzellanmörser zerrieben und der Wurzelbrei nochmals gesotten. Der gesamte Auszug wurde eingedickt, um alle Kohlensäure auszutreiben. Dann wurde mit titrierter Alkalilösung der Säuregehalt des Auszuges bestimmt, wobei Phenolphthaleïn als Indikator diente.

Bei diesen Untersuchungen wurde hinsichtlich der Gramineen und Leguminosen folgendes gefunden.

Saft-Azidität der Wurzeln.

(Berechnet als kristallisierte Zitronensäure.)

Gramineen:		Leguminosen:	
Wiesenfuchsschwanz	0.54	Inkarnatklee	1.28
Wiesenlieschgras	0.80—0.88	Weisser Klee	1.43
Wiesenrispengras	0.44	Roter Klee	1.55
Gemeines Rispengras	0.85	Bohnen	1.11
Knaulgras	0.81		
Kammgras	0.55		
Verschiedene Schwingel	0.28, 0.46, 0.88, 1.06		
Goldhafer	0.86		
Hafer	0.65		
Gerste	0.38		
Weizen	0.58		

Diese Zahlen beziehen sich auf Feldpflanzen. Bei Topfgewächsen lagen die Aziditätszahlen durchweg niedriger. Dieser Umstand spricht einmal zugunsten der Methode, welche diese Unterschiede zum Ausdruck bringt, denn es ist eine bekannte Erscheinung, dass die Pflanzen die Nährstoffe in Töpfen besser ausnutzen und aufnehmen können; sodann aber zeigt er weiter, dass die Wurzelazidität eine Anpassungserscheinung darstellt.

Bei meinen ersten Untersuchungen bin ich im allgemeinen nach derselben Methode verfahren. Ich habe jedoch die Erde bei den Wurzeln, die zur Aziditätsbestimmung dienten, möglichst an den Wurzeln belassen. Zur Bestimmung des Gewichtes der Wurzeln dienten besondere Töpfe. Ich habe dann ferner nach dem jedesmaligen Auskochen die Wurzeln mit einer Handpresse ausgepresst und das Auskochen so lange fortgesetzt, bis die Flüssigkeit nicht mehr sauer reagierte. Zum Titrieren wurde bei diesen ersten Untersuchungen Barytwasser benutzt. Als Indikator diente Phenolphthaleïn.

Durch das Auskochen der Wurzeln wurde die Flüssigkeit aber oft so sehr gefärbt, dass das Erkennen des Farbenumschlages beim Titrieren häufig Schwierigkeiten bereitete. Ich habe daher in einigen Fällen die Tüpfelmethode zu Hilfe gezogen. In anderen Fällen habe ich dem Säureauszug vor dem Titrieren eine abgemessene Menge titrierter Schwefelsäure zugesetzt, um beim Titrieren (mit Barytwasser) eine weisse Färbung der Flüssigkeit zu erzeugen. Auf diese Weise ist es dann auch gelungen, die Beendigung der Titration in genügend scharfer Weise zu erkennen.

Bei diesen Untersuchungen bin ich zu folgenden Resultaten gelangt.

Versuch I. Sandboden. 1902. Topfkulturen. Azidität von 100 g Wurzeln (lufttrocken), ausgedrückt in Kubikzentimetern $^1/_{10}$ Normallauge:

Gramineen.		Leguminosen.	
Gerste	15.7 ccm	Bohnen	18.9 ccm
Roggen	16.3 „	Rotklee	20.0 „
Hafer	12.2 „	Wicken	31.4 „
Timothy	8.6 „	Weissklee	24.9 „
Engl. Raigras	13.5 „		
Wiesenschwingel	8.6 „		
Buchweizen	9.9 „		

Versuch II. Sandboden. 1903. Topfkulturen. Azidität von 100 g Wurzeln (lufttrocken), ausgedrückt in Kubikzentimetern $^1/_{10}$ Normallauge:

Gramineen.		Leguminosen.	
Quecke	15.5 ccm	Inkarnatklee	27.3 ccm
Wiesenfuchsschwanz	16.5 „	Esparsette	42.5 „
Ripsengras	19.3 „	Serradella	21.8 „
Hafer[1])	10.6—11.9 „	Gelbklee	44.7 „
		Erbsen[2])	51.7, 55.1, 59.9 „

Versuch III. Leichter Boden. 1903. Topfkulturen. Azidität von 100 g Wurzeln (lufttrocken), ausgedrückt in Kubikzentimetern $^1/_{10}$ Normallauge:

Gramineen.		Leguminosen.	
Ital. Raigras	7.8 ccm	Lupinen	33.5 ccm
Trespe	13.9 „	Hornklee	36.2 „
Knaulgras	11.4 „	Inkarnatklee	36.5 „
Buchweizen	20.1 „	Luzerne	9.7[3]) „

[1]) Hafer wuchs in anderem Boden und unter anderen Verhältnissen als die übrigen Pflanzen.

[2]) Erbsen wuchsen ebenfalls unter anderen Bedingungen.

[3]) Diese Zahl erscheint sehr unwahrscheinlich, die Ursache konnte aber nicht aufgedeckt werden.

In zwei Fällen gelangten auch Senfwurzeln zur Untersuchung. Einmal war die Azidität so gering, dass sie sich mit Sicherheit nicht messen liess, das andere Mal wurden zur Neutralisation 4.8 ccm $^1/_{10}$ Normallauge für 100 g Wurzeln verbraucht.

Wenn nun auch, wie die obigen Versuche zeigen, durch diese Methode charakteristische Unterschiede in dem Säuregehalt der Leguminosen- und Säurewurzeln zum Ausdruck gebracht werden, so erschien dieselbe doch nach mancher Richtung verbesserungsbedürftig und verbesserungsfähig zu sein.

In erster Linie erregte das lange Kochen der Wurzeln mein Bedenken. Einmal wurde dadurch eine starke, die Titration störende Färbung der Flüssigkeit hervorgebracht. Zweitens war die Möglichkeit vorhanden, dass durch das Kochen flüchtige resp. zersetzbare organische Säuren verloren gehen konnten.

Wir hofften zunächst, die Aziditätsbestimmung der Wurzeln auf kaltem Wege in der Weise vornehmen zu können, dass wir die Wurzeln auf eine Lösung von Natriumkarbonat einwirken liessen, in ähnlicher Weise, wie man den Säuregrad von Moorböden feststellt.

Als störender Umstand aber trat uns hier sofort die Atmung der Pflanzenwurzeln in den Weg. Die von den fein zerschnittenen Wurzeln während der Dauer des Versuches entwickelte Kohlensäure war, wie das ja erklärlich ist, so gross, dass man durch die einfache Einwirkung von fein zerschnittenen Wurzeln auf die Natriumkarbonatlösung nicht zum Ziele gelangen konnte.

Wir haben dann versucht, die Wurzeln durch starkes Zerreiben mit feinem, scharfem Sande zur Abtötung zu bringen. Aber die Manipulation hatte doch nur einen teilweisen Erfolg, insofern als die Kohlensäureproduktion der Wurzelmasse zwar stark herabgedrückt, aber doch nicht völlig aufgehoben wurde. Von den verschiedenen Versuchen, die wir hierüber angestellt haben, will ich nur folgende anführen.

Versuch A.

10 g der zerschnittenen Kleewurzeln + 100 ccm Wasser lieferten beim Durchleiten von Luft an CO_2:

I. CO_2-Bestimmung.
CO_2-Entwickelung während 1 Stunde bei 17°
0.0113 g CO_2.

II. CO_2-Bestimmung.
CO_2-Entwickelung während 1 Stunde in der Hitze
0.0090 g CO_2.

III. CO_2-Bestimmung.
CO_2-Entwickelung während 1 Stunde in der Hitze
0.0018 g CO_2.

Summa
0.0221 g CO_2.

Versuch B.

10 g zerriebene Kleewurzeln lieferten unter denselben Bedingungen:

I.	II.	III.	Summa
0.0018 g CO_2	0.0066 g CO_2	0.0014 g CO_2	0.0098 g CO_2.

Versuch C.

10 g zerschnittene Kleewurzeln + 100 ccm Wasser gaben beim Durchleiten von Luft in der Kälte folgende CO_2-Menge ab:

CO_2-Menge nach $1^1/_2$ Stunde	CO_2-Menge nach weiteren 2 Stunden	Summa
0.0105 g CO_2	0.0050 g CO_2.	0.0161 g CO_2.

Versuch D.

10 g zerriebene Kleewurzeln gaben unter denselben Bedingungen:

I.	II.	Summa
0.0029 g CO_2	0.0016 g CO_2	0.0045 g CO_2.

Trotz des Zerreibens wurde also immer noch so viel Kohlensäure gebildet, dass diese Methode dadurch für unsere Zwecke nicht anwendbar war. Nebenbei mag hier erwähnt werden, dass die Kohlensäureabgabe durch die Wurzeln selbst dann noch nicht völlig unterdrückt war, nachdem die Wurzeln vor dem Versuch etwa 3 Stunden bis auf 100° erhitzt worden waren, wobei sie 67.24 % an Gewicht verloren hatten.

Bei einer weiteren Versuchsreihe wurde so verfahren, dass statt der Luft Wasserstoffgas zum Durchleiten benutzt wurde. Aber auch unter diesen Verhältnissen wurde noch eine nicht unerhebliche Kohlensäureabgabe konstatiert.

Wir gingen dann dazu über, aus den Wurzeln Presssaft herzustellen.

Zu diesem Zwecke wurden 100 g Wurzeln, 200 g Sand, 50 g Kieselgur und 50 ccm Wasser zu einer homogenen Masse

zerrieben und unter sehr starkem Druck abgepresst. Diese Manipulation wurde wiederholt und die Saftmengen vereinigt.

Den so hergestellten Presssaft liessen wir dann auf Natriumkarbonatlösung erst in der Kälte, dann in der Hitze einwirken und trieben die entwickelte Kohlensäure einmal mit Luft, das andere Mal mit Wasserstoff über.

Aber unsere Hoffnung, auf diese Weise zu einer brauchbaren Methode zu gelangen, erfüllte sich ebenfalls nicht, da trotz stundenlangen Durchleitens, offenbar infolge einer fortdauernden Zersetzung des Wurzelsaftes, immer noch Kohlensäure entwickelt wurde, wie folgende Versuche zeigen:

Zeit der Durchleitung	I. CO_2-Bestimmung 1 Stunde	II. CO_2-Bestimmung $^3/_4$ Stunde	III. CO_2-Bestimmung $^3/_4$ Stunde
Beim Durchleiten von Luft:			
Menge der CO_2	0.0243 g	0.0187 g	0.0079 g
Beim Durchleiten von H:			
Menge der CO_2	0.0102 „	0.0102 „	—
	0.0082 „	0.0090 „	—

Da somit alle unsere Versuche, die Wurzelsäure durch ihre Einwirkung auf Natriumkarbonat zu bestimmen, zu keinem brauchbaren Ergebnisse geführt hatten, wurde versucht, den Presssaft direkt mit Natronlauge zu titrieren.

Dieses Verfahren schien zum Ziele zu führen, wenngleich die Titration in einigen Fällen wegen der Färbung des Saftes Schwierigkeiten bereitete.

Die Herstellung des Presssaftes war aber für uns zu umständlich, da wir über eine eigene Presse nicht verfügten.

Infolgedessen versuchten wir bei unseren weiteren Arbeiten den Wurzelsaft in der Weise zu gewinnen, dass wir die mit Sand fein zerriebenen Wurzeln zu verschiedenen Malen mit Wasser resp. Alkohol durch Ausschütteln im Schüttelapparat extrahierten.

Es zeigte sich, dass es auf diese Weise gelingt, die Wurzelsäuren schon nach zwei- bis dreimaligem Ausschütteln fast vollständig zu extrahieren, wenn man die Wurzeln nur genügend fein zerreibt. Wir nahmen die Zerreibung in einer grossen Reibschale mit einem grossen, an der Wand befestigten und mit Eisen stark beschwertem Pistill vor.

Die Ausschüttelung mit Alkohol lieferte in mancher Beziehung bessere Resultate als die mit Wasser. Einmal filtrierten die Lösungen besser und zweitens ging die Lösung schneller vor sich. Wir fanden z. B.:

a) Kleewurzeln.

I.	Ausschüttelung mit Wasser verbrauchte ccm $^1/_{10}$ Normallauge	1.70 resp.	1.65
II.	„ „ „ „ „ „	0.45 „	0.45
I.	„ „ Alkohol „ „ „	2.00 „	1.95
II.	„ „ „ „ „ „	0.10 „	0.10

b) Fioringras.

I.	Ausschüttelung mit Wasser verbrauchte ccm $^1/_{10}$ Normallauge	0.2
II.	„ „ „ „ „ „	0.1
I.	„ „ Alkohol „ „ „	0.3
II.	„ „ „ „ „ „	0.0

Auf Grund dieser Untersuchungen haben wir dann folgende Arbeitsweise für unsere weiteren Versuche angewandt: 20 g Wurzeln wurden mit 200 g Sand unter allmählichem Zusatz von 25 ccm Wasser möglichst fein zerrieben. Die so zerriebene Masse wurde sodann zweimal mit je 100 ccm Alkohol jedesmal $^1/_2$ Stunde im Schüttelapparat ausgeschüttelt. Die vereinigten Extrakte wurden filtriert und aliquoten Teile davon titriert, nachdem die gelöste Kohlensäure vorher durch Erhitzen entfernt war. Wir fanden nach diesem Verfahren für nachstehende Pflanzen folgende Zahlen:

Versuche 1906. Azidität von 100 g Wurzeln (berechnet auf Trockensubstanz, Topfkulturen) junger Pflanzen ausgedrückt in Kubikzentimetern $^1/_{10}$ Normallauge:

Gramineen.		Leguminosen.	
Roggen	33.1 ccm	Erbsen	77.0 ccm
Gerste	25.9 „	Bohnen	58.4 „
Weizen	32.2 „	Lupinen	104.4 „
Hafer	6.5 [1]) „	Wicken	94.0 „
Buchweizen	38.8 „	Serradella	über 100.0 [2]) „
	Senf	66.9 ccm.	

Beiläufig sei an dieser Stelle noch bemerkt, dass nach unseren Beobachtungen gelegentlich dieser Versuche auch die Kohlensäureausscheidung bei den Leguminosen eine grössere zu sein scheint als bei den Gramineen.

Aus allen Versuchen, sowohl denjenigen, welche von mir, als auch denen, die von Dyer angestellt sind, geht also über-

[1]) Diese Zahl erscheint sehr unwahrscheinlich, da sich aber die Gründe für ihre Unrichtigkeit mit Sicherheit nicht aufdecken liessen, ist sie trotzdem mitgeteilt.

[2]) Da es an Substanz für die Bestimmung der Wurzeltrockensubstanz fehlte, ist diese Zahl aus dem mittleren Trockensubstanzgehalt der übrigen Wurzeln berechnet worden.

einstimmend hervor, dass der Wurzelsaft der untersuchten Leguminosen einen höheren Säuregrad besitzt als derjenige der Gramineen, und es dürfte wohl keinem Zweifel unterliegen, dass diese Eigenschaft mit dem verschiedenen Verhalten dieser Pflanzen bezüglich der Aufnahme der Nährstoffe im Zusammenhang steht. Später hat dann noch Kunze[1]) eine grosse Anzahl verschiedener Pflanzen bezüglich der Säureausscheidung ihrer Wurzeln geprüft, und zwar in folgender Weise: Auf schräggestellter Glasplatte lag ein Streifen blauen Lackmuspapiers und darauf die Keimlinge, welche noch mit dünnem Filtrierpapier belegt und nötigenfalls durch eine Gummischnur in ihrer Lage befestigt waren. Das Ganze stand in einem feucht gehaltenen Blumentopf, der mit einer Glasplatte bedeckt war.

Von den uns interessierenden Resultaten führe ich folgende an.

I. Es zeigten eine starke Rötung:

Gramineen:	(Sonstige Pflanzen):	Papilionazeen:
Hirse		gelbe, weisse, blaue usw. Lupine
Mais		Bohnen
Hafer	(Buchweizen)	Wicken
Roggen	(Kohl)	Linsen
		Erbsen.

II. Es zeigten eine schwache Rötung:

Weizen		
Gerste	(Rübsen)	
Wiesenhafer	(Senf).	

III. Es zeigten keine Rötung:

Taube Trespe		Hopfenluzerne
Hoher Schwingel		Luzerne
Engl. Raigras		Rotklee
Gem. Knaulgras		Weissklee
Rohrart. Schwingel	(Raps)	Bastardklee
Sand-Segge		Inkarnatklee
Strandhafer		Esparsette.

Wir sehen also, dass nach diesen Untersuchungen die sauren Wurzelsekrete bei einigen Gliedern der Gramineen resp. Papilionazeen fehlen, bei anderen vorhanden sind. Aber es ist

---

[1]) Kunze, Über Säureausscheidung bei Wurzeln. Inaugural-Dissertation. 1906, S. 14.

zu bedenken, dass es sich bei den vorliegenden Untersuchungen um einfache Farbreaktionen mit Lackmuspapier handelt, die ja immer ziemlich unsicher sind hinsichtlich ihrer Bewertung. Es kommt hinzu, dass die Untersuchungen an Keimlingen angestellt sind. „Durch den geringsten Feuchtigkeitsüberschuss“ schreibt der Versuchsansteller selbst „wird oft die an sich geringe Säuremenge gänzlich weggeschwemmt oder doch so sehr verdünnt, dass der Lackmusfarbstoff nicht mehr anspricht.“ Und ferner: „Im allgemeinen verhält es sich so, dass nur einmal, bei 15—17° C., etwa 6—8 Tage nach dem Ausbrechen der Radikula eine etwaige Säurewirkung zu konstatieren ist; später ist der Keimling meist schon zu sehr erschöpft, um nochmals ausscheiden zu können.“ Es erscheint mir daher zweifelhaft, ob sich diese Beobachtungen auf unter natürlichen Verhältnissen gezogene, ältere Pflanzen übertragen lassen (cfr. S. 220). Ich glaube vielmehr, dass unter natürlichen Verhältnissen fast alle Pflanzen durch ihre Wurzeln während des Wachstums Säuren ausscheiden, wenn ihnen nicht etwa alle Nährstoffe in leicht aufnehmbarer Form in reichlichem Maſse zur Verfügung stehen.

Ich habe Veranlassung genommen, in etwas abgeänderter Weise ähnliche Versuche wie Kunze anzustellen, und bin ich in folgender Weise verfahren.

In gewöhnlichen, mit reinem Glassand versehenen Keimtellern habe ich verschiedene Pflanzen in der üblichen Weise keimen lassen.

Zur Bestimmung der ausgeschiedenen Wurzelsäuren war der Boden des Keimtellers mit Lackmuspapier bedeckt.

Zur Kontrolle blieben einige Teller ohne Pflanzen.

Die Samen wurden in Wasser vorgekeimt, um Zersetzungsprozesse auf den Keimtellern möglichst zu vermeiden.

Es wurden auf diese Weise geprüft:

Roggen	Esparsette
Gerste	Wicke
Hafer	Weissklee
Wiesenschwingel	Luzerne
Knaulgras	Rotklee.
Engl. Raigras	

Es kamen also Pflanzen zur Verwendung, welche nach den Untersuchungen von Kunze teils keine, teils eine starke Rötung des Reagenzpapiers hervorgerufen hatten.

Bei unseren Versuchen konnten wir nun konstatieren, dass durch sämtliche Pflanzen eine Rötung hervorgerufen wurde, also auch durch solche. welche nach der Untersuchungsmethode von KUNZE nicht reagiert hatten.

Die Stärke der Rötung war bei den einzelnen Pflanzen etwas verschieden, die Reihenfolge der Pflanzen (nach der Stärke der Rötung des Reagenzpapiers geordnet) war etwa folgende: Roggen, Gerste, Esparsette, Wicke, Wiesenschwingel, Weissklee, Hafer, Knaulgras, Luzerne, Engl. Raigras, Rotklee.

Besondere Folgerungen lassen sich aus diesen Angaben aber nicht ziehen, da die verschiedene starke Rötung in erster Linie sicher auf die verschiedene grosse Entwickelung des Wurzelsystems der betreffenden Pflanze zurückzuführen sein dürfte.

Mykorhizensymbiose.

Nach den Untersuchungen von STAHL[1]) ist der Sinn der Mikorhizenbildung bekanntlich in der Beschaffung der Nährsalze für die Pflanzen zu erblicken.

Aus den vergleichenden Untersuchungen hat sich ergeben, dass die Mikorhizenbildung besonders häufig angetroffen wird bei Pflanzen mit relativ geringer Wasserbilanz und zurücktritt bei Gewächsen mit lebhafter Wasserdurchströmung. Es ist daher auch für unsere Frage interessant, darüber eine Meinung zu gewinnen, ob in dieser Richtung ein Unterschied zwischen den Gramineen und Leguminosen besteht. Aus den diesbezüglichen Untersuchungen können wir nun entnehmen, dass die Mykotrophie bei den Gramineen sehr in den Hintergrund tritt, während sie bei den Papilionazeen sehr verbreitet ist.

Wir treffen hier also eine weitere Einrichtung, die bei den Papilionazeen mehr ausgebildet ist als bei den Gramineen und die auf die Gewinnung von Nährsalzen gerichtet ist.

Die Ausbildung der Organe der Transpiration bei den Leguminosen und Gramineen.

Je grösser die Transpiration einer Pflanze ist, je mehr Wasser also eine Pflanze in der Zeiteinheit durchströmt, um so mehr Nährstoffe treten auch in die Pflanze ein.

[1]) E. STAHL, Der Sinn der Mykorhizenbildung; Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik Bd. XXXIV, Heft 4.

Es dürfte daher von Interesse sein, die Blätter der Leguminosen und Gramineen, als die eigentlichen Organe der Transpiration, einer vergleichenden Betrachtung zu unterziehen. Zunächst kommt da in Betracht die Grösse der Blattoberfläche, denn man wird annehmen dürfen, dass unter sonst gleichen Verhältnissen die Transpiration um so mehr begünstigt wird, je grösser die verdunstenden Flächen der Blätter sind.

Vergleichende Messungen über die Blattoberflächengrösse verschiedener Leguminosen und Gramineen liegen vor von WERNER,[1] der darüber u. a. folgende Angaben macht:

	Blattoberfläche einer Pflanze in qcm	Gesamtoberfläche pro ha in qm	Produktion an organ. Substanz pro kg
Luzerne	2312.1	856.333	6560
Esparsette	1036.8	384.000	4875
Rotklee	712.8	264.000	4872
Bastardklee	504.0	227.000	3520
Weissklee	712.8	96.000	2100
Ital. Raigras	355.2	355.200	5847
Knaulgras	343.0	343.000	10561
Wiesenhafer	217.2	217.200	6653
Wiesenlieschgras	237.0	237.600	8472
Mais	5870.0	117.400	10080

Wenn man aus diesen Angaben die Blattoberfläche, bezogen auf 1 kg organische Substanz, berechnet, so kommt man zu folgenden Zahlen:

Leguminosen.		Gramineen.	
Luzerne	130.5 qm	Ital. Raigras	60.7 qm
Esparsette	78.1 „	Knaulgras	32.5 „
Rotklee	54.2 „	Wiesenhafer	32.6 „
Bastardklee	64.0 „	Wiesenlieschgras	28.0 „
Weissklee	45.0 „	Mais	11.7 „

Wir sehen also, dass die Blattoberfläche, welche auf 1 kg produzierte organische Substanz entfällt, bei den Angehörigen der Leguminosen grösser ist als bei denen der Gramineen (mit Ausnahme des Raigrases).

Ein weiterer Unterschied, welcher bemerkenswert erscheint, sind die Variationsbewegungen der Blätter, welche bei den Leguminosen bekanntlich sehr verbreitet sind, während sie den Gramineen fehlen. Dieser Umstand hat für uns insofern Interesse.

[1]) WERNER, Handbuch des Futterbaues S. 149.

als nach den ausgezeichneten Untersuchungen von STAHL[1]) eine Hauptbedeutung sowohl der Schlafstellung als auch der Flächenstellung der Blätter darin zu suchen ist, dass dadurch die Transpiration und damit die Versorgung mit mineralischen Nährsalzen gefördert wird.

Dass die Variationsbewegungen der Blätter mit der Wasserversorgung der Pflanzen in einem Zusammenhange stehen, werden wir später noch näher sehen, wenn wir auf die Wasserausscheidungsorgane der Pflanzen zu sprechen kommen.

Zwischen den Blättern der Leguminosen und Gramineen treffen wir bei einer weiteren vergleichenden Betrachtung noch eine andere Eigenschaft an, die für uns von Bedeutung ist.

Die Produkte der Kohlenstoffassimilation gelangen in den Pflanzen bekanntlich zum Teil in Form unlöslicher Kohlehydrate wie Stärke, zur Ablagerung, zum Teil bilden sich lösliche Kohlehydrate wie Zucker. Nach den Untersuchungen von MEYER[2]) sowie von SCHIMPER[3]) bestehen nun in dieser Hinsicht bei den verschiedenen Pflanzen Unterschiede. Die einen Pflanzen speichern die Assimilationsprodukte mehr in Form von Stärke auf und bilden weniger Zucker, andere verhalten sich umgekehrt. Zu den Pflanzen, welche in den Blättern vornehmlich Stärke bilden, gehören nach MEYER u. a. auch die Papilionazeen. Die Gramineen erzeugen dagegen weniger Stärke in den Blättern.

Nach der Meinung von MEYER liegt nun die Bedeutung der Stärkebildung darin, dass dadurch die Kohlenstoffassimilation befördert wird. Aber E. STAHL[4]) weist mit Recht darauf hin, dass ein weiterer Vorteil der Stärkebildung für die Pflanzen darin besteht, dass dadurch auch die mit der Assimilation so innig verbundene Transpiration eine Förderung erfährt. Deshalb, weil mit der Abnahme der Konzentration des Zellsaftes eine

---

[1]) E. STAHL, Über Pflanzenschlaf und verwandte Erscheinungen; Botanische Zeitung 1897, Heft 5/6. Es würde an dieser Stelle von dem eigentlichen Thema der Arbeit zu weit abführen, die Gründe, welche STAHL für seine Ansicht anführt, hier näher mitzuteilen. Es sei daher auf die Originalarbeit verwiesen.

[2]) A. MEYER, Über die Assimilationsprodukte der Laubblätter angiospermer Pflanzen; Botanische Zeitung 1885, S. 452.

[3]) SCHIMPER, Über Bildung und Wanderung der Kohlehydrate in den Laubblättern; Botanische Zeitung 1885, S. 779.

[4]) E. STAHL, Der Sinn der Mykorhizenbildung; Jahrb. f. wissensch. Botan. Bd. 34, Heft 4.

leichtere Wasserdampfabgabe verbunden ist, während umgekehrt eine Zunahme gelöster Substanzen, z. B. von Glykose, weniger von Rohzucker, eine Erschwerung derselben zur Folge haben muss.

Wir sehen also, dass eine Reihe von Einrichtungen bei den Leguminosen bestehen, welche darauf gerichtet sind, die Wasseraufnahme und die Transpiration (Grösse des Wurzelsystems, Grösse der Blattorgane, Variationsbewegung der Blätter, Stärkeablagerung) zu fördern.

Transpirationsgrösse.

Wie ist es nun um die Transpiration selbst bei den Leguminosen und Gramineen bestellt? Ist dieselbe, wie man vielleicht auf Grund der bisherigen Ausführungen annehmen könnte, grösser bei den Leguminosen, oder bei den Gramineen?

Dahin spitzt sich jetzt die Frage zu, und es liegt auf der Hand, dass uns ihre richtige Beantwortung erst die richtige Deutung der bisherigen Beobachtungen vermitteln kann.

Wenn wir uns zunächst einmal in der Literatur nach entsprechenden Angaben umsehen, so finden sich dort, so ausserordentlich und fast unübersehbar gross sie ist,[1]) so gut wie gar keine brauchbaren, wirklich zuverlässigen Angaben über die wirkliche Transpirationsgrösse der verschiedenen Pflanzen.

Fast alle Versuche kranken daran, dass man die Beobachtungen nur auf ganz kurze Zeiträume ausgedehnt und dann die so erhaltenen Resultate auf die ganze Vegetationsperiode umgerechnet hat. Oder man hat nur mit einzelnen Organen der Pflanzen gearbeitet und die Resultate auf gleiche Blattoberflächen berechnet etc. Alle solche Versuche können natürlich niemals ein zutreffendes Bild von der wahren Wasserdurchströmung der Pflanzen geben.

Zu brauchbaren Resultaten kann man nur gelangen, wenn man die Wasserabgabe einer grösseren Anzahl von Pflanzen durch regelmässiges Wägen vom Aufgehen bis zur Ernte bestimmt, wenn man ferner die Menge der Ernte feststellt und die produzierte Menge der Trockensubstanz bei der Berechnung in Beziehung setzt zu der Menge des verbrauchten Wassers. Und

---

[1]) Cfr. A. Burgerstein, Materialien zu einer Monographie, betreffend die Erscheinungen der Transpiration der Pflanzen. Wien 1887—1901.

wenn man nun verschiedene Pflanzen hinsichtlich ihrer Transpirationsgrösse miteinander vergleichen will, so ist es nötig, dass diese Versuche unter sonst gleichen Verhältnissen und also auch zur gleichen Zeit ausgeführt werden.

Im Prinzip haben schon Wollny und Hellriegel von den früheren Forschern nach dieser Methode gearbeitet. Wollny[1]) fand, dass die von ihm untersuchten Pflanzen eine ganz verschieden grosse Transpirationsgrösse besitzen. Es wurden z. B. verdunstet pro 1 g gebildeter Trockensubstanz von Mais 233 g, Gerste 774 g, Hafer 665 g, Hirse 447 g, Buchweizen 646 g, Erbsen 416 g, Raps 912 g, Senf 843 g, Sonnenblume 490 g Wasser.

Es ist zu bedauern, dass Wollny diese Versuche nur mit je einer Pflanze angestellt hat. Durch den Einfluss der Individualität, sowie durch die geringe Menge der Ernte können manche Ungenauigkeiten entstehen.

Hellriegel[2]) kam auf Grund seiner Versuche zu dem Resultate, dass die relative Verdunstungsgrösse der Kulturgewächse nicht so sehr voneinander abweicht, wie man das nach ihren Lebensbedingungen und Bau schliessen möchte. Immerhin schliesst er aber schon aus seinen Befunden, dass die Leguminosen im Verhältnis zu der von ihnen produzierten Trockensubstanz im allgemeinen etwas weniger Wasser verdunsten als die Gramineen.

Er fand, dass pro 1 g produzierte Trockensubstanz verdunstet wurden von Gerste 310 g, Sommerweizen 338 g, Sommerroggen 353 g, Hafer 376 g, — Pferdebohnen 282 g, Erbsen 273 g, Rotklee 310 g, — Buchweizen 363 g, Sommerrübsen 329 g Wasser.

Diese Zahlen von Hellriegel sind insofern nicht ganz genau, als sie zumeist Mittelzahlen aus Versuchen darstellen, die in ganz verschiedenen Jahren und nicht immer unter sonst gleichen Bedingungen angestellt sind. Wir wissen aber gerade auch durch die Untersuchungen Hellriegels, wie sehr die Transpiration durch ungleiche Ernährungsverhältnisse beeinflusst wird, so dass sie uns in dieser Beziehung wie ein selbstregulatorischer Akt erscheint.

---

[1]) E. Wollny, Einfluss der Pflanzendecke und der Beschattung S. 126.
[2]) H. Hellriegel, Grundlagen des Ackerbaues, 1883, S. 663.

Um mir über die Transpirationsverhältnisse der Leguminosen und Gramineen ein möglichst zutreffendes Urteil zu verschaffen, habe ich mehrere Jahre lang die Wasserverdunstung verschiedener Leguminosen und Gramineen durch möglichst sorgfältige Untersuchungen in folgender Weise festgestellt. In den verschiedenen Jahren wurden die verschiedenen Pflanzen in Gefässen gleicher Grösse mit je 15 kg Erde Inhalt angebaut. Die Erde war ausreichend mit allen Nährstoffen versehen. Für jede Pflanze dienten zwei Kontrollgefässe. Der Wasserverlust der Gefässe wurde je nach der Temperatur in kürzeren oder längeren Zwischenräumen ermittelt.[1] Um die auf die Pflanzen entfallene Menge verdunsteten Wassers zu bestimmen, wurde zugleich bei einigen Gefässen, die ohne Pflanzen geblieben waren, die von der Erde allein abgegebene Wassermenge festgestellt. Die Darlegung der angewandten Methode zeigt zugleich, dass sie wohl kaum die Verdunstung der Pflanzen vollkommen richtig und scharf zum Ausdruck bringt. Der Mangel liegt einmal darin, dass die Beschattung des Bodens durch die Pflanzen bei den verschiedenen Pflanzen nicht ganz gleich ist und damit auch nicht die Wasserabgabe des Bodens. Bei der Berechnung der Resultate wird aber die Bodenverdunstung bei allen Gefässen als gleich gross angenommen. Ferner glaube ich auch, dass bei grösseren Versuchsreihen durch die infolge des Standortes der Gefässe nicht immer gleiche Sonnenbeschattung einige Differenzen entstehen können, trotzdem beim jedesmaligen Giessen hierauf Bedacht genommen wurde. Immerhin ist aber die benutzte Methode die beste, die sich bei solchen Versuchen anwenden lässt, und den etwaigen Fehlern kommt auch keine ausschlaggebende Bedeutung zu. Ich wollte aber nicht unterlassen, kurz auf diesen Umstand hinzuweisen.

Die Resultate, zu denen ich auf Grund der Versuche gekommen bin, sind in folgender Übersicht zusammengestellt.[2])

Wasserverdunstung pro 1 g Trockensubstanz.

1902.

Gramineen:		Leguminosen:	
Wiesenlieschgras	380 g	Rotklee	375 g
Engl. Raigras	452 „	Weissklee	331 „
Schwingel	534 „	Bastardklee	356 „

[1]) Nähere Angaben finden sich in den Verdunstungstabellen am Ende der Arbeit.

[2]) Die Protokolle über die Verdunstung befinden sich am Schlusse der Arbeit.

1903.

Gramineen:		Leguminosen:	
Ital. Raigras	258 g	Inkarnatklee	189 g
Franz. Raigras	225 „	Luzerne	226 „
Weiche Trespe	241 „	Lupine	140 „
✓ Knaulgras	316 „	Hornklee	119 „

1904.

Gerste	322 g	Erbsen	166 g
Weizen	324 „	Wicken	193 „
Roggen	256 „	Pferdebohnen	157 „
Hafer	414 „	Rotklee	212 „
Engl. Raigras	203 „ (?)	Weissklee	175 „
Timothy	291 „		
Wiesenschwingel	335 „		

Wenn wir diese Zahlen überblicken, so sehen wir zunächst, dass die Verdunstungsgrösse nicht bei den einzelnen Angehörigen der Leguminosen resp. Gramineen gleich ist, sondern sogar recht verschieden.

Aber das ist ja auch ganz natürlich und stimmt mit dem verschiedenen Charakter der Pflanzen überein. Wir haben Analoges bereits kennen gelernt bei der verschiedenen Wurzelentwickelung, der Wurzelazidität usw. Aber trotz dieser Schwankungen im einzelnen tritt uns aus obiger Übersicht der durchgreifende Unterschied entgegen, dass die Gramineen auf gleiche Menge produzierte Trockensubstanz mehr Wasser verdunsten als die Leguminosen. Trotz vieler Einrichtungen, die wir vorhin bei den Leguminosen kennen lernten und die alle dahin gerichtet waren, die Transpiration zu fördern, sehen wir also, dass sie im Verhältnis zu den Gramineen (und auch anderen Pflanzenfamilien, wie hier erwähnt werden möge) ein geringeres Wasserdurchströmungsvermögen besitzen. Die Wasserdurchströmung muss also durch irgendwelche Umstände erschwert sein. Wenn wir diesen nachspüren wollen, liegt es nahe, die Aufmerksamkeit zunächst zu richten auf die Wasserausscheidungseinrichtungen der Pflanzen. Wir werden dabei zu bedeutungsvollen Ergebnissen gelangen. Bekanntlich erfolgt die Wasserabgabe der Pflanzen auf zweierlei Weise. Einmal wird das Wasser durch die Zellwände hindurch gasförmig ausgeschieden und ausserdem wird das Wasser in tropfbar flüssiger Form ausgestossen. Die Verdunstung, die eigent-

liche Transpiration, erfolgt durch die Spaltöffnungen (Luftspalten), die Ausscheidung des tropfbar flüssigen Wassers geschieht dagegen zumeist durch besondere Wasserspalten.

Was nun zunächst die Spaltöffnungen anlangt, so besteht über dieselben zwar eine grosse Literatur, wir wissen auch, dass die Zahl der Spaltöffnungen abhängig ist von dem Wassergehalt des Bodens,[1]) aber vergleichende Untersuchungen über die Zahl und Ausbildung der Spaltöffnungen bei Pflanzen, welche verschiedenen Gruppen angehören, liegen bisher nicht vor.[2]) Es lässt sich daher nicht angeben, ob hinsichtlich der Zahl und Bauart der Spaltöffnungen charakteristische Unterschiede zwischen Leguminosen und Gramineen bestehen.

Hinsichtlich der Hydathoden, also der Wasserausscheidungsorgane, sind wir besser orientiert und in dieser Hinsicht stossen wir auf einen bedeutungsvollen Unterschied zwischen den Leguminosen und Gramineen. Während die Gramineen reichlich mit Wasserspalten versehen sind, wie die grosse Mehrzahl der einheimischen, krautigen Gewächse, fehlen sie bei fast allen Leguminosen, so dass also die Leguminosen den Gramineen gegenüber durch einen typischen Mangel an Wasserausscheidungsorganen charakterisiert sind.[3])

Bei den einheimischen Papilionazeen findet man, nach Stahl, Hydathoden nur bei Vicia sepium und den Lathyrusarten. Es ist bemerkenswert, dass die Blätter dieser Pflanzen keine Variationsbewegungen zeigen. Es ist wohl zweifellos, dass hier ein Zusammenhang besteht. Die Fähigkeit der Ausscheidung tropfbar flüssigen Wassers setzt hier ein, um den mit dem Verlust der Variationsbewegung verbundenen Ausfall in der Transpirationsgrösse zu decken.

Von besonderem Interesse ist die Ansicht Stahls über die biologische Bedeutung, welche dieser Mangel an Hydathoden für die Leguminosen besitzt. Er schreibt folgendes: „Wo Hydathoden, wie bei der Mehrzahl der Leguminosen, fehlen und infolgedessen während der Nacht die Wasserdurchströmung der Pflanze mehr oder weniger ins Stocken gerät, da kann auch

---

[1]) Cfr. Journal für Landwirtschaft 1898, S. 251.

[2]) Cfr. Jost, Vorlesungen über Pflanzenphysiologie S. 53.

[3]) Cfr. Stahl, Über Pflanzenschlaf und verwandte Erscheinungen; Botan. Zeit. 1897, Heft V/VI. Hier finden sich auch die entsprechenden Literaturangaben.

das ausgewachsene Blatt häufig in die Lage kommen, unter ungenügender Zufuhr von unentbehrlichen Nährsalzen zu leiden. In erster Linie muss man hier an die Stickstoffquellen, besonders an die geringen Mengen von Nitraten, die im Boden enthalten sind, denken. Es vermögen nun zwar, wie die Neuzeit gelehrt hat, die Leguminosen unter Mithilfe von Bakterien den Stickstoff der Luft zu verwerten; sie haben, im Gegensatz zu anderen Pflanzen, es verstanden, sich unabhängig von dem gebundenen Stickstoff des Bodens zu machen. Liegt es da nicht nahe, einen Zusammenhang anzunehmen zwischen der Erwerbung dieser wunderbaren Eigenschaft und der in der Aneignung der Nährsalze bestehenden Schwierigkeit, die aus dem typischen Mangel von Hydathoden resultiert? Es würde also nach dieser Auffassung, die ich nur als eine vorläufige Hypothese betrachte, die Entstehung und weitere Ausbildung der Symbiose zwischen Rhizobium und den Leguminosen, die wohl schon bei den Stammformen dieser Pflanzengruppe ihren Ursprung genommen hat, durch die erschwerte Nährsalzbeschaffung[1]) veranlasst worden sein."

Diese Hypothese begegnet sich durchaus mit den Anschauungen, welche ich auf Grund meiner Studien über das verschiedene Verhalten der Leguminosen und Gramineen gewonnen habe, und ich stimme ihr vollkommen zu. Wir haben gesehen, dass den Gramineen eine grössere Transpiration eigen ist als den Leguminosen, und dass sie infolgedessen diesen hinsichtlich der Aufnahme der leichtlöslichen Bodennährstoffe unbedingt überlegen sind. Wir haben weiter gesehen, dass sich die Leguminosen diesem Umstand in mannigfacher Weise angepasst haben, um ihm zu begegnen, und es ist darum natürlich, auch in der Symbiose mit den Knöllchenbakterien eine solche Schutzeinrichtung zu erblicken, getroffen, um die Stickstoffernährung sicher zu stellen.

Und wir werden, um zu einer einheitlichen Auffassung des Gesamtverhaltens der Leguminosen zu gelangen, noch weiter gehen und auch in der grösseren Verbreitung des Wurzelsystems der Leguminosen in tiefer gelegene Bodenschichten sowie in dem höheren Aziditätsgrad der Leguminosenwurzeln Einrichtungen erblicken können, welche erworben sind, um auch im Kampfe

---

[1]) Cfr. Sinn der Mykorhizenbildung S. 559, 644.

um die Versorgung mit Wasser sowie mit mineralischen Nährstoffen bestehen zu können.

Wenn wir alles das, was wir bisher über die verschiedenen Ernährungsverhältnisse der Leguminosen und Gramineen besprachen, zusammenfassen, so werden wir zu folgender Vorstellung kommen können.

Die Gramineen besitzen ein oft nicht unbeträchtlich grösseres Wasserdurchströmungsvermögen als die Leguminosen. Es ist anzunehmen, dass diese Eigenschaft, wenigstens zum Teil, in dem Fehlen der Hydathoden bei den Leguminosen ihren Grund hat. Aus diesem Umstande folgt, dass die Gramineen in der Zeiteinheit mehr Wasser und in Wasser gelöste Nährstoffe aufnehmen können als die Gramineen. Die Leguminosen sind also wegen ihrer geringen Transpirationsgrösse hinsichtlich ihrer Ernährung schlechter gestellt als die Gramineen. Wenn daher Leguminosen und Gramineen zusammen im Gemisch wachsen, sind letztere den ersteren hinsichtlich der Aneignung der Bodenflüssigkeit und der in ihr gelösten Nährsalze überlegen, und wenn nicht ausreichend davon vorhanden sind laufen die Leguminosen Gefahr, zugunsten der Gramineen Mangel zu leiden.

Diesem Umstande haben sich die Leguminosen in verschiedener Weise angepasst, um sich dagegen zu schützen. So haben sie verschiedene Einrichtungen erworben, um die Transpiration zu vergrössern: ich erwähne die grosse Blattoberfläche, die Variationsbewegung der Blätter, die Ausscheidung der Assimilationsprodukte in Form von unlöslicher Stärke. Sie haben sich weiter zum Zwecke ihrer Stickstoffernährung mit den Knöllchenbakterien vergesellschaftet. Ferner haben sie ein tiefergehendes Wurzelsystem ausgebildet, um sich mit seiner Hilfe auch aus denjenigen Bodenregionen Nährstoffe und Wasser zu verschaffen, wo ihnen die anderen Pflanzen weniger Konkurrenz bereiten können. Und in der stärkeren Wurzelazidität haben sie die Fähigkeit erworben auch noch diejenigen Nährstoffe aufzunehmen, welche den Gramineen wegen ihrer Schwerlöslichkeit weniger zugänglich sind. Ausserdem haben wir kennen gelernt, dass viele Papilionazeen ausser der Bakteriensymbiose auch noch eine Mykorhizensymbiose besitzen, was ebenfalls im Interesse der Nährstoffaufnahme gelegen ist. Und wenn wir von diesem Gesichtspunkte aus die Zusammensetzung der Samen der Leguminosen, speziell auch ihren Reichtum an Stickstoff, betrachten,

so können wir das Zweckmässige darin erblicken, dass den jungen Keimpflanzen, welche infolge der erschwerten Nährstoffaufnahme aus dem Boden leicht Mangel leiden könnten, von Haus aus genügend Nährstoffe zur Verfügung stehen.

Wenn wir uns auf den Boden dieser Anschauungen stellen, dann vermögen wir auch jetzt ohne Schwierigkeiten zu erklären, warum durch eine Düngung mit Salpeter das Wachstum der Gräser einseitig, ja selbst auf Kosten der Leguminosen gefördert wird. Ich erinnere daran, dass uns die Erklärung dieser Erscheinung früher Schwierigkeiten bereitete, und dass eine wirkliche Erklärung hierfür bisher nicht bestand.

Jetzt können wir uns folgende befriedigende Vorstellung machen.

Wenn auf einer Wiese Gräser und Leguminosen im Gemisch wachsen, so sind, falls der Boden nicht sehr arm ist an leichtlöslichen Nährsalzen, die Gramineen hinsichtlich der Aufnahme dieser Nährstoffe und damit also auch von Kali- und Phosphorsäure-Verbindungen günstiger gestellt als die Leguminosen. Infolge ihres grösseren Wasserdurchströmungsvermögens werden sie in der Zeiteinheit mehr Wasser und mehr Nährsalze aufnehmen können. Nur der Stickstoff wird den Leguminosen unter fast allen Verhältnissen stets in grösserer Menge zur Verfügung stehen.

Wenn wir nun eine Wiese mit Salpeter oder einer anderen leicht aufnehmbaren Stickstoffverbindung düngen, was auf Wiesen ja immer nur in mässiger Menge geschieht, so wird diese Düngung infolge ihrer leichten Lösbarkeit sowie wegen der grösseren Wasserdurchströmung in erster Linie den Gramineen zunutze kommen müssen, und die Folge davon wird sein, dass die Gramineen den Leguminosen hinsichtlich ihrer Ernährung in jeder Weise überlegen sind und sie unter Umständen ganz verdrängen können, zumal ja, wie Versuche gezeigt haben, eine Stickstoffdüngung auf die Stickstoffassimilation der Knöllchenbakterien direkt ungünstig einwirkt. Wir sehen, dass wir auf Grund unserer Untersuchungen zu demselben Resultate kommen, zu welchem uns früher unsere rein theoretischen Erwägungen geführt haben.

Düngen wir aber eine Wiese mit Kali und Phosphorsäure, so haben natürlich zunächst, soweit diese Nährsalze löslich sind in der Bodenflüssigkeit auch die Gramineen den grösseren Vor-

teil davon; aber es sind jetzt genug von diesen Nährstoffen vorhanden, damit sich auch die Leguminosen damit versorgen können, und da ihnen ausserdem noch der Stickstoff der Luft zur Verfügung steht, die Gramineen aber auf die geringen Mengen des Stickstoffs im Boden angewiesen sind, so ist es leicht erklärlich, warum durch eine Kali-Phosphorsäuredüngung das Wachstum der Leguminosen besonders gefördert wird.

Es ist bekanntlich bei manchen Versuchen beobachtet worden,[1]) dass das Wachstum der Leguminosen auf einer Wiese mehr durch eine Phosphorsäuredüngung als durch eine Kalidüngung befördert wird.

Diese Erscheinung würde auf Grund der bisherigen Ausführungen durch die Schwerlöslichkeit der Phosphorsäure, wodurch sie mehr den Leguminosen zunutze kommt, nicht nur ihre Erklärung finden, sondern die Hypothese auch weiter stützen.

Immerhin wird man aber ebenfalls auf Grund obiger Betrachtungen sagen müssen, dass die Wirkung sowohl der Phosphorsäure, als auch des Kalis und bis zu einem gewissen Grade auch des Stickstoffs auf die Zusammensetzung der Wiesenflora ganz von dem natürlichen Nährstoffgehalt der Wiesen abhängig sein muss und daher unter verschiedenen Verhältnissen auch verschieden in die Erscheinung treten kann.

Ich habe nun versucht, durch entsprechende Versuche weitere Stützen für die mitgeteilten Anschauungen zu gewinnen. Diese Versuche habe ich in der Weise angestellt, dass ich ein Leguminosen-Grasgemisch mit verschieden starker, allmählich ansteigender Düngung versah.

Wenn es nun richtig ist, dass die Gramineen sich infolge einer stärkeren Wasserdurchströmung die bodenlöslichen Nährstoffe schneller aneignen können als die Leguminosen, so konnte man erwarten, dass das bei den Versuchen in der Weise zutage treten würde, dass sich bei den schwachen Düngungen die Gräser relativ besser entwickeln würden als die Leguminosen.

Zu den Versuchen diente ein Boden aus dem Saaletal bei Zwätzen, der seit langen Jahren als Wiese diente, aber nur spärliche Erträge hervorbrachte und der noch nie mit künstlichen Düngemitteln gedüngt worden war.

---

[1]) Cfr. Fleischer, Mitteilungen des Vereins zur Förderung der Moorkultur 1896, S. 441—447.

Es war zunächst geboten, die Nährstoffverhältnisse und das Düngungsbedürfnis des Bodens näher zu studieren, da der Ausfall der Versuche hiervon natürlich in hohem Maſe abhängig sein musste.

Die chemische Analyse ergab folgenden Nährstoffgehalt: 0.212 % N, 0.111 % P_2O_5, 0.073 % K_2O, 4.10 % CaO. Zur Feststellung des Düngungsbedürfnisses wurden nachstehende Düngungsversuche mit verschiedenen Gräsern und Kleearten angestellt. In den Töpfen waren 13.50 kg Erde vorhanden. Gedüngt wurden dieselben mit 0.5 g N als Salpeter, resp. 1.5 g P_2O_5 als zitronensäurelösliche Phosphorsäure, resp. 1.5 g K_2O als Chlorkalium und Kaliumsulfat, resp. 10 g $CaCO_3$.

(Siehe die Tabelle auf S. 243 und 244.)

Diese Zahlen sind in mehrfacher Weise interessant, indem sie uns das verschiedene Verhalten der Pflanzen gegenüber dem Boden und der Düngung zeigen. Dies hier näher zu verfolgen, würde aber zu weit von unserer Aufgabe abführen.

Für unsere Zwecke kommt es darauf an, zu konstatieren, dass der Boden in erster Linie ein ganz ausgesprochenes Phosphorsäurebedürfnis besitzt, ferner ebenfalls ein, wenn auch weniger starkes, Kalibedürfnis. Auch auf eine Stickstoffdüngung reagierte der Boden günstig, während eine weitere Kalkzufuhr schädlich wirkte.

Mit diesem Boden wurden die nachstehenden Versuche angestellt, deren Anordnung ohne weiteres aus der Übersicht hervorgeht. Es sei nur bemerkt, dass die Phosphorsäure (P) wieder in Form von zitronensäurelöslicher Phosphorsäure, das Kali (K) zu gleichen Teilen als Kaliumchlorid und Kaliumsulfat, der Stickstoff (N) als Salpeter angewendet wurde.

Versuch I. Gemisch von Wicke und Raigras. (1902.)

Düngung:			Ernte in Trockensubstanz:	
N	P	K	Gramineen	Leguminosen
g	g	g	g	g
0	0	0	8.40	2.10
0	0.15	0.15	11.50	2.08
0	0.50	0.50	12.93	2.90
0	1.50	1.50	10.90	6.40
0.5	0	0	11.62	2.01

Art der Pflanze:	Topf No.	Art der Düngung:	Einzelerträge g	g	Mittel g	Mehr oder weniger gegen N + P + K g	
Phleum	7 + 8	ohne Düngung	2.00	2.80	2.40	—	—
	10 + 11	N + P + K + Ca	13.90	12.60	13.30	—	—
	14 + 18	N + P + K —	17.50	19.10	18.30	—	—
	22 + 23	— P + K —	14.10	14.90	14.50	— 3.8	N-Wirkung
	24 + 27	N — K —	2.30	2.30	2.30	— 16.0	P- „
	30 + 31	N + P — —	11.70	12.40	12.10	— 6.2	K- „
Lolium	32 + 36	ohne Düngung	6.10	6.00	6.10	—	—
	37 + 39	N + P + K + Ca	23.90	22.90	23.40	—	—
	42 + 43	N + P + K —	22.60	27.10	24.90	—	—
	44 + 45	— P + K —	14.20	13.90	14.10	— 10.8	N-Wirkung
	48 + 49	N — K —	6.10	6.60	6.40	— 18.5	P- „
	51 + 52	N + P — —	13.20	12.90	13.10	— 11.8	K- „
Festuca	53 + 54	ohne Düngung	6.70	6.80	6.80	—	—
	55 + 56	N + P + K + Ca	21.30	21.60	21.50	—	—
	57 + 59	N + P + K —	22.90	22.30	22.60	—	—
	60 + 61	— P + K —	13.50	13.40	13.50	— 9.1	N-Wirkung
	63 + 64	N — K —	5.00	5.80	5.40	— 17.2	P- „
	66 + 68	N + P — —	16.90	20.10	18.50	— 4.1	K- „

Art der Pflanze:	Topf No.	Art der Düngung:	Einzelerträge g	Einzelerträge g	Mittel g	Mehr oder weniger gegen N + P + K g	
Trifolium pratense	69 + 70	ohne Düngung	4.90	4.30	4.60	—	—
	72 + 73	N + P + K + Ca	14.00	12.00	13.00	—	—
	75 + 76	N + P + K —	20.20	16.10	18.20	—	—
	77 + 78	— P + K —	16.00	17.40	16.70	— 1.5	N-Wirkung
	80 + 82	N — K —	4.10	4.00	4.10	— 14.1	P- "
	84 + 86	N + P — —	11.40	10.60	11.00	— 7.2	K- "
Trifolium repens	115 + 116	ohne Düngung	7.00	4.60	5.80	—	—
	89 + 90	N + P + K + Ca	5.10	7.80	6.50	—	—
	94 + 95	N + P + K —	16.50	18.10	17.30	—	—
	96 + 97	— P + K —	14.30	15.20	14.80	— 2.5	N-Wirkung
	98 — 99	N — K —	6.00	5.10	5.60	— 11.7	P- "
	101 — 102	N + P — —	8.90	7.90	9.30	— 8.0	K- "
Trifolium hybridum	103 — 104	ohne Düngung	5.00	4.50	4.80	—	—
	105 — 106	N + P + K + Ca	8.80	10.80	9.80	—	—
	107 — 108	N + P + K —	18.20	17.00	17.60	—	—
	109 — 110	— P + K —	14.70	13.60	14.20	— 3.4	N-Wirkung
	111 — 112	N — K —	4.70	3.70	4.20	— 13.4	P- "
	113 — 114	N + P — —	—	11.50	11.50	— 6.1	K- "

Versuch II. Gemisch von Inkarnatklee und Raigras. (1903.)
Bei geringer Wasserzufuhr.

Düngung:			Ernte in Trockensubstanz:	
N	P	K	Gramineen	Leguminosen
g	g	g	g	g
0.5	0	0	2.40	1.75
0.5	0.20	0.20	3.85	1.73
0.5	1.50	1.50	9.48	4.33
Versuch III. Gemisch von Inkarnatklee und Raigras. (1903.) Bei grösserer Wasserzufuhr.				
0.5	0	0	7.40	4.13
0.5	0.20	0.20	14.35	4.75
0.5	1.50	1.50	21.33	9.27
Versuch IV. Gemisch von Luzerne und Raigras. (1903.)				
0.5	0	0	3.65	2.90
0.5	0.20	0.20	6.00	4.50
0.5	1.50	1.50	10.50	11.15

Diese Versuchsresultate sind also durchaus unseren Erwartungen entsprechend ausgefallen. Sie lassen deutlich erkennen, besonders bei Versuch 1—3 ist das der Fall, dass die schwachen Düngungen zunächst von den Gramineen verwertet worden sind.

Wenn wir diese Ergebnisse zusammenhalten mit unseren früheren Darlegungen, dann, glaube ich, darf man zu dem Schlusse berechtigt sein, dass die geringere Wasserverdunstung und die damit verknüpfte erschwerte Ernährung der Leguminosen gegenüber den Gramineen eine der wichtigsten Ursachen für das so verschiedene Verhalten der Leguminosen und Gramineen ist.

Zusammenfassung der Ergebnisse.

1. Die Gramineen besitzen ein grösseres Wasserdurchströmungsvermögen als die Leguminosen, was mit dem Fehlen der Ausscheidung tropfbar flüssigen Wassers bei fast allen Leguminosen im Zusammenhang steht.

2. Infolge dieser grösseren Wasserdurchströmung sind, wenn z. B. Leguminosen und Gramineen im Gemisch wachsen, die Gramineen den Leguminosen in bezug auf die Aneignung von Wasser sowie der in der Bodenflüssigkeit gelösten Nährstoffe überlegen.

3. Diesem Umstande haben sich die Leguminosen in verschiedener Weise angepasst, um ihre Ernährung zu sichern.

a) Sie haben Einrichtungen erworben um die Transpiration zu fördern.

b) Sie haben sich durch Symbiose mit den Knöllchenbakterien unabhängig gemacht von dem Stickstoffgehalt des Bodens.

c) Sie sind imstande durch ein tiefergehendes Wurzelsystem diejenigen Bodenregionen für ihre Ernährung zu erschliessen, wo ihnen die flachwurzelnden Gewächse keine Konkurrenz bereiten können.

An-

I. Versuche über Wasserver-

Art der Pflanze:	Ohne Pflanzen		Ohne Pflanzen		Wiesenlieschgras	
Wasserverlust von Topf	1	3	4	5	14	18
Dahme:						
9. Juni	750	700	700	700	720	720
20. „	1 250	1200	1 200	1 250	1 280	1 280
27. „	1 200	1150	1 230	1 270	1 460	1 490
4. Juli	1 200	1200	1 300	1 320	1 650	1 650
12. „	1 110	1000	1 120	1 150	1 540	1 540
18. „	1 050	1050	1 120	1 120	1 850	1 850
25. „	1 000	1000	1 000	1 000	1 820	1 850
31. „	1 070	1050	1 160	1 190	2 480	2 550
7. August	730	730	700	750	1 710	1 760
12. „	800	770	830	800	2 080	2 120
Gesamtmenge des Wasserverlustes in Sa.:	10 160	9850	10 360	10 550	16 590	16 810
Davon vom Boden verdunstet	10 230				10 230	10 230
Von den Pflanzen verdunstet	—	—	—	—	6 360	6 580
Ernte in Trockensubstanz	—	—	—	—	16.18	17.91
Wasserverdunstung für 1 g Trockensubstanz	—	—	—	—	393.0	367.3
Im Mittel:	—	—	—	—	380.15	

d) Sie besitzen eine starke Wurzelazidität und damit die Fähigkeit auch noch diejenigen Nährstoffe aufzunehmen, welche den Gramineen wegen ihrer Schwerlöslichkeit nicht mehr oder doch schwerer zugänglich sind.

e) Viele Papilionazeen besitzen ausser Bakteriensymbiose auch noch Mykorhyzensymbiose.

4. Mit Hilfe dieser Eigenschaften lässt sich die verschiedene Wirkung einer Düngung mit Salpeter resp. mit Kainit und Thomasmehl auf die Zusammensetzung der Flora einer Wiese in befriedigender Weise erklären.

hang.

dunstung der Pflanze. 1902.

Engl. Raigras		Schwingel		Rotklee		Weissklee		Bastardklee	
42	43	57	59	75	76	94	95	107	108
870	770	970	900	650	660	740	620	750	820
1 520	1 500	1 550	1 550	1 320	1 260	1 340	1 820	1 350	1 370
1 900	1 920	1 970	1 960	1 480	1 400	1 450	1 450	1 440	1 440
2 250	2 380	2 380	2 420	1 720	1 700	1 610	1 620	1 580	1 600
2 070	2 240	2 230	2 270	1 490	1 400	1 360	1 400	1 400	1 420
2 550	2 700	2 680	2 750	1 950	1 830	1 650	1 740	1 700	1 720
2 350	2 450	2 450	2 470	1 750	1 620	1 500	1 550	1 670	1 600
2 970	3 030	8 050	3 090	2 590	2 550	2 330	2 460	2 520	2 410
1 910	2 020	1 920	1 850	1 650	1 600	1 470	1 540	1 700	1 560
2 120	2 280	2 200	2 080	2 010	1 950	1 770	1 850	1 930	1 890
20 510	21 290	21 400	21 340	16 610	15 970	15 220	15 550	16 040	15 830
10 230	10 230	10 230	10 230	10 230	10 230	10 230	10 230	10 230	10 230
10 280	11 060	11 170	11 110	6 380	5 740	4 990	5 320	5 810	5 600
21.47	25.94	21.40	20.37	18.19	14.39	14.87	16.30	16.57	15.46
478.8	426.3	521.9	545.4	350.7	398.8	335.5	326.3	350.6	362.2
452.6		533.7		374.8		330.9		356.4	

II. Versuche über Wasserverdunstung der Pflanze. 1903.

Art der Pflanze:	Ohne Pflanzen		Inkarnatklee		Luzerne		Lupine		Hornklee		Senf	
Wasserverbrauch von Topf	117	118	6	28	34	46	52	54	56	57	59	60
Dahme:												
25. Mai	320	360	420	440	440	390	400	410	390	520	590	550
28. „	360	400	520	530	490	520	420	490	420	450	820	800
30. „	340	360	460	460	440	430	350	370	330	330	710	740
2. Juni	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
3. „	330	400	1090	1100	1090	1090	560	640	720	570	1 320	1 260
6. „	340	380	580	590	520	590	400	400	360	380	810	740
9. „	350	400	750	800	820	820	450	470	490	440	1 050	1 020
11. „	300	290	560	600	610	580	330	330	390	390	810	900
13. „	200	230	430	490	470	520	230	270	300	290	730	840
16. „	290	310	770	910	840	800	450	480	500	460	500	500
18. „	350	370	840	970	870	860	480	520	580	540	1 040	1 180
20. „	210	190	520	670	470	500	270	350	330	290	580	840
22. „	320	340	970	1080	970	910	500	590	680	590	1 010	1 230
Gesamtmenge des Wasserverlustes in Sa.:	4210	4530	8410	9140	8530	8510	5340	5820	5990	5750	10 470	11 100
Davon vom Boden verdunstet	4370		4370	4370	4370	4370	4370	4370	4370	4370	4 370	4 370
Von den Pflanzen verdunstet	—	—	4040	4770	4160	4140	970	1450	1620	1380	6 100	6 730
Ernte in Trockensubstanz	—	—	21.72	24.82	17.61	19.14	8.09	9.07	12.97	12.21	26.92	35.06
Wasserverdunstung f. 1 g Tr.-S.	—	—	186.00	192.18	236.22	216.30	119.90	159.86	124.90	113.02	226.59	191.95
Im Mittel:	—	—	189.09		226.26		139.88		118.96		209.27	

Fortsetzung von Tabelle II.

Art der Pflanze:	Buchweizen		Ital. Raigras		Franz. Raigras		Weiche Trespe		Knaulgras	
Wasserverbrauch von Topf	61	65	67	68	70	72	73	76	77	78
Dahme:										
25. Mai	460	450	450	430	400	350	460	420	440	470
28. „	550	540	540	510	430	420	510	510	520	540
30. „	490	510	450	450	380	370	430	420	450	440
2. Juni	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
3. „	1160	1100	1030	1 060	780	700	990	990	1 100	1 000
6. „	730	680	670	690	520	470	550	550	700	640
9. „	880	840	970	930	620	620	730	750	910	870
11. „	710	690	760	810	520	540	570	630	700	720
13. „	630	590	630	590	470	460	490	520	740	700
16. „	500	500	1080	1 150	830	820	890	950	1 150	1 190
18. „	880	850	1070	1 120	900	970	940	970	1 150	1 210
20. „	670	660	700	730	600	610	550	520	770	800
22. „	960	910	1070	1 090	990	1020	980	980	1 180	1 250
Gesamtmenge des Wasserverlustes in Sa.:	9120	8820	9920	10 060	7940	7850	8590	8710	10 310	103 30
Davon vom Boden verdunstet	4370	4370	4370	4 370	4370	4370	4370	4370	4 370	4 370
Von den Pflanzen verdunstet	4750	4450	5550	5 690	3570	3480	4220	4340	5 940	5 960
Ernte in Trockensubstanz	26.85	28.35	18.39	21.21	14.53	17.07	18.22	17.37	18.12	19.61
Wasserverdunstung f. 1 g Tr.-S.	176.90	156.96	301.79	268.26	245.70	203.86	231.61	249.85	327.81	303.92
Im Mittel:	166.93		285.03		224.78		240.73		315.86	

III. Versuche über Wasserverdunstung der Pflanze. 1904.

Art der Pflanzen:	Ohne Pflanzen		Weizen		Hafer		Roggen		Gerste		Erbsen		Wicken	
Wasserverbrauch von Topf	25	24	37	66	88	99	69	119	51	86	10	23	4	39
Dahme:														
19. August	100	100	190	250	302	270	232	250	220	260	308	180	190	165
21. "	330	350	500	530	540	540	450	450	470	510	600	520	500	450
24. "	—	—	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
26. "	540	550	520	710	730	650	650	600	600	620	1100	890	700	620
29. "	400	390	550	615	550	500	500	500	510	575	790	650	570	480
2. September	670	710	1130	1080	1230	1100	1050	960	1200	1150	1100	1020	1090	770
5. "	400	370	690	620	620	600	560	440	650	590	740	830	620	365
9. "	650	580	1510	1290	1440	1260	1250	1120	1370	1300	—	—	1350	1100
12. "	450	400	610	575	720	650	690	600	840	730	—	—	780	630
17. "	220	150	400	300	270	260	340	230	330	170	—	—	400	300
21. "	350	340	660	370	360	380	550	320	440	260	—	—	660	420
25. "	470	480	850	560	630	500	750	560	610	400	—	—	870	610
Gesamtmenge des Wasserverlustes in Sa.:	4580	4420	7860	7150	7642	6960	7272	6280	7490	6815	4888	4340	7980	6160
	9000		15 010		14 602		13 552		14 305		9228		14 140	
Davon vom Boden verdunstet	—	—	9 000		9 000		9 000		9 000		4910		9 000	
Von den Pflanzen verdunstet	—	—	6 010		5 602		4 552		5 305		4318		5 140	
Ernte in Trockensubtanz	—	—	18.58		13.52		17.75		16.47		26.05		26.55	
Wasserverdunstung f. 1 g Tr.-S.	—	—	323.46		414.34		256.45		322.10		165.75		193.59	

Fortsetzung von Tabelle III.

Art der Pflanzen:	Pferdebohnen		Engl. Raigras		Rotklee		Timothygras		Weissklee		Wiesen-schwingel	
Wasserverbrauch von Topf	30	111	8	32	47	63	87	110	102	113	96	101
Dahme:												
19. August	250	260	165	205	200	200	220	150	160	125	205	205
21. „	700	770	420	410	420	420	490	552	390	350	425	425
24. „	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250	250
26. „	1320	1420	590	520	600	600	590	570	570	500	790	700
29. „	1020	970	420	410	475	490	480	440	455	400	550	580
2. September	1070	1000	930	910	1010	950	950	800	870	800	1010	1010
5. „	1250	1100	415	430	490	530	420	420	430	330	420	450
9. „	—	—	1000	965	1160	1150	980	950	970	880	1340	1300
12. „	—	—	550	600	630	680	560	560	550	500	700	750
17. „	—	—	300	320	280	270	250	230	280	220	700	650
21. „	—	—	480	460	560	570	400	440	500	450	860	930
25. „	—	—	530	570	660	600	450	420	650	520	790	790
Gesamtmenge des Wasserverlustes in Sa.:	5860	5770	6050	6050	6735	6710	6040	5782	6075	5325	8040	8040
	11 630		12 100		13 445		11 822		11 400		16 080	
Davon vom Boden verdunstet	4 910		9 000		9 000		9 000		9 000		9 000	
Von den Pflanzen verdunstet	6 720		3 100		4 445		2 822		2 400		7 080	
Ernte in Trockensubstanz	42.64		15.23		20.90		9.70		13.70		30.07	
Wasserverdunstung f. 1 g Tr.-S.	157.60		203.54		212.67		290.92		175.18		235.45	

Weitere Untersuchungen über den Einfluss von Reizstoffen auf die Milchsekretion.

Ausgeführt im Jahre 1906
an der Königl. Württ. Landw. Versuchsstation Hohenheim

von

GUSTAV FINGERLING.

A. Einleitung.

Die Versuche, die in nachfolgenden Blättern beschrieben werden sollen, stellen eine Erweiterung und Ergänzung unserer früheren dahingehenden Untersuchungen dar, eine Ergänzung insofern, als Reizstoffe in den Kreis dieser Untersuchungen gezogen wurden, deren Wirkung wir früher nicht studierten, eine Erweiterung, als die Wirkungsweisen und die Wirkungsmöglichkeiten der Reizstoffe überhaupt experimentell geprüft werden sollten. So wurden in den Versuchsplan solche Reizstoffe aufgenommen:

a) die infolge ihrer wohlriechenden Stoffe unseren früheren Versuchen zufolge anregend zu wirken imstande sind (Gewürzstoffe),

b) solche, die ihres Geschmackes wegen einen Reiz auszuüben vermögen (Kochsalz),

c) die weder einen Geruch noch einen Geschmack aufweisen, aber die erfahrungsgemäss eine Influierung des Nervensystems herbeiführen können (Arsen), und endlich versuchten wir

d) durch eine rein psychische Anregung die Tätigkeit der Milchdrüse zu beeinflussen, indem wir vor dem fressenden Tiere Gras aufstellten, das in dicht schliessende Glasflaschen eingeschlossen war.

Diese Art der Versuchsanstellung entspricht im grossen und ganzen den Möglichkeiten einer Beeinflussung der Innervation der Milchdrüse durch Reizstoffe. Eine solche Influierung der Milchdrüsentätigkeit kann möglicherweise dadurch herbeigeführt werden, dass die Reizstoffe die Milchdrüsennerven oder die Zellen direkt reizen, oder dadurch, dass eine Anregung des gesamten Nervensystems auch eine solche der Milchdrüsennerven einschliesst. Diese letztere Art der Influierung kann wieder auf zweierlei Weise vor sich gehen, einmal durch direkte Reizung der Nervenendigungen überhaupt und dann durch eine Einwirkung auf die Psyche selbst, wie Pawlow durch Vorzeigen von Wurst bei einem hungernden Hunde erzielte. Es ist überhaupt das grosse Verdienst dieses Forschers, in vielfacher Weise den Beweis erbracht zu haben, dass eine Beeinflussung der Psyche eine mächtige Reaktion der Verdauungsdrüsen im Gefolge hat.

Wie aus dem eben skizzierten Versuchsplane hervorgeht, beschäftigen sich die Untersuchungen mit der Lösung rein physiologischer Fragen, und die erzielten Ergebnisse können und sollen nur so weit Schlussfolgerungen für die Praxis zulassen, als wir sie selbst ziehen.

B. Beschreibung der einzelnen Versuche.

Die Versuche kamen an zwei Ziegen zur Ausführung. Das eine Tier (No. 28) hatte schon im verflossenen Jahre zu Versuchen gedient, während die Ziege No. 39 in der Umgegend neu angekauft war. Ca. 8 Tage nach dem Lammen wurde den beiden Versuchstieren ihre frühere Nahrung nach und nach abgewöhnt und durch ein reizstoffarmes Mischfutter ersetzt. Wie bei den früheren Versuchen in dieser Richtung, setzte sich das reizlose resp. reizstoffarme Mischfutter zusammen aus Stroh, Erdnussöl, Strohstoff, Troponabfall, Stärke, Futterkalk und Heuasche. Ebenfalls wurde analog den früheren Untersuchungen die Wirkung dieses reizstoffarmen Mischfutters auf die Milchsekretion in der ersten Periode festgestellt, in den folgenden Perioden alsdann die einzelnen Reizstoffe, die auf ihre Wirkung geprüft werden sollten, diesem Mischfutter zugelegt. Auch dieser Anordnung lag der Gedanke zugrunde, dass eine eventuell spezifische Wirkung der Reizstoffe nur dann einwandfrei konstatiert werden kann, wenn man ihren Effekt mit demjenigen einer Nahrung in Vergleich bringt, welche daran arm resp. davon

frei ist. Schliesslich soll nicht unerwähnt bleiben, dass auch bei diesen Versuchen in allen Perioden Rationen von gleichem Gehalt an verdaulichen Nährstoffen resp. gleichem Stärkewert gegeben wurden, um eine Nährwirkung auszuschliessen. Diese Forderung war bei diesen Versuchen um so leichter und sicherer zu erreichen, als stets ein Mischfutter von gleicher Zusammensetzung und Beschaffenheit Verwendung fand.

Die einzelnen Perioden wurden auf 9—15 Tage bemessen. Vor jeder resp. zwischen zwei Perioden wurde eine — je nach der Natur des vorher verfütterten oder in der nachfolgenden Periode zu verabfolgenden Reizstoffs — mehr oder weniger lange Zwischenfütterung eingeschaltet, um den Einfluss des vorhergehenden Futters zu vermeiden.

Die Untersuchung der zu diesen Versuchen verwandten Futtermittel sowie der ermolkenen Milch erfolgte in der schon früher beschriebenen Weise; auch in der Haltung und Wartung der Tiere haben Änderungen nicht Platz gegriffen, so dass hinsichtlich dieser Punkte auf meine früheren Arbeiten verwiesen werden kann.[1]) Ebenso wurden, wie früher, die den Tieren zugewiesenen Rationen von mir selbst abgewogen und in Tüten verwahrt. Zwecks Anfeuchtung des Mischfutters wurde dasselbe mit 500 g Wasser angerührt, so dass das Ganze eine krümlige, gleichmässig durchfeuchtete Masse bildete.

Ziege No. 28.

1. Periode: Reizloses Mischfutter.

Die Ziege warf am 3. April 2 Junge, die drei Wochen bei der Mutter gelassen wurden. Vom 8. April ab wurde die bisherige, aus Heu und Sesamkuchen bestehende Ration im Verlauf von 8 Tagen durch Mischfutter ersetzt. Das Tier nahm diese fade Nahrung anfangs sehr ungerne und liess täglich grössere Reste, die nur dadurch zur Aufnahme gebracht werden konnten, dass sie mit Kochsalz gewürzt wurden. Vom 20. April ab frass das Tier folgende Ration vollständig auf:

500 g	Stroh,	300 g	Stärke,
15 „	Erdnussöl,	20 „	Futterkalk,
100 „	Strohstoff,	10 „	Heuasche.
200 „	Troponabfall,		

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. LXII, S. 11 u. f.

Über den Gehalt obiger Futterration an verdaulichen Nährstoffen und Stärkewert gibt nachfolgende Tabelle Aufschluss.

	Verdauliche Nährstoffe:							
	Trocken-substanz	Roh-protein	Fett	Rohfaser	N-freie	Asche	Rein-protein	Stärke-wert
Pro Tag u. Stück in g	660.6	134.92	16.64	164.9	323.30	35.37	130.21	493.7
Pro Tag und 1000 kg L.-Gew. in kg . . (L.-Gew. 35.3 kg)	18.71	3.82	0.471	4.67	9.16	1.011	3.69	13.99

Eiweissverhältnis: 1 : 4.03.

Da der Versuchsplan kein grosser war und es in unserer Absicht lag, den Einfluss dieser faden Nahrung in extremer Weise festzustellen, wurde der Ziege diese Nahrung nahezu zwei Monate gereicht, ehe mit den eigentlichen Versuchen angefangen wurde. Bei dieser Ernährungsweise ging die Milchmenge langsam aber beständig zurück. Während dieselbe zu Beginn dieser reizlosen Fütterung ca. 2000 g betragen hatte, war ihr Stand kurz vor Beginn des Versuchs auf 1000 g gesunken. Um nicht durch zu lange Ausdehnung dieser faden Fütterungsweise die Tätigkeit der Milchdrüse zu sehr zu schädigen, wurde am 7. Juni in den eigentlichen Versuch eingetreten und derselbe bis zum 21. Juni = 15 Tage ausgedehnt. Während dieser Zeit wurde das vorgelegte Futter stets vollständig verzehrt, irgendwelche Störungen nicht wahrgenommen.

Die Untersuchung der konservierten Milch ergab folgende Zahlen und es berechnen sich daraus die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Erträge an Milchbestandteilen.

Analyse der konserv. Gesamtmilch in Prozenten:					Pro Tag produzierte Menge in Gramm an:				
Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N	Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N
9.73	2.30	3.65	0.76	0.469	71.22	16.83	26.71	5.56	3.43
—	—	—	—	2.99	—	—	—	—	—

Die einzelnen Daten hinsichtlich Stalltemperatur, Lebendgewicht, Wasserkonsum, sowie Menge, spezifisches Gewicht, Gehalt der Milch an Trockensubstanz und Fett an den einzelnen Tagen sind in Tabelle I im Anhang niedergelegt.

2. Periode: Mischfutter mit Fenchelaroma gewürzt.

In dieser Periode sollte das in der ersten Periode verabfolgte reizlose Mischfutter, nachdem es mit Fenchelaroma gewürzt war, gegeben werden. Diese Würzung des faden Mischfutters geschah jedoch nicht dadurch, dass, wie früher, 10 g Fenchel demselben zugemischt wurden, sondern in der Weise, dass 100 g Fenchel in kleine Papiertüten gebracht und drei dieser Tüten in das Mischfutter gelegt wurden. Der anfangs benutzte Fenchelsamen hatte infolge längeren Lagerns sein Aroma sehr stark eingebüsst, so dass mit ihm eine wirksame Würzung auf die oben beschriebene Art nicht zu erzielen war. Infolgedessen war auch der Einfluss dieses sehr schwach gewürzten Futters auf die Milchsekretion ein kleiner. Es wurde daher ein neuer Fenchelsamen beschafft, der sein Aroma dem Mischfutter so stark mitteilte, dass nach Fortnahme der Fencheltüten das Mischfutter noch tagelang stark danach roch. Die Wirkung dieser gewürzten Nahrung auf die Tätigkeit der Milchdrüse trat sofort in augenfälliger Weise ein. Während die abgesonderte Milchmenge am 30. Juni nur noch 571 g betragen hatte, stieg sie schon am folgenden Tage nach Verabfolgung der intensiv gewürzten Nahrung um 250 g, und es zeigte sich diese steigende Tendenz auch noch in der nachfolgenden Zeit.

Dauer des Versuchs 14.—28. Juni = 15 Tage.

Die Untersuchung der konservierten Gesamtmilch ergab die in nachfolgender Tabelle verzeichneten Werte und es berechnen sich hiernach die dort gleichfalls aufgeführten Erträge an den einzelnen Milchbestandteilen.

Analyse der konserv. Gesamtmilch in Prozenten:					Pro Tag produzierte Menge in Gramm an:				
Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N	Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N
10.00	2.40	3.75	0.71	0.501	104.6	25.10	39.23	7.43	5.24
—	—	—	—	3.19	—	—	—	—	—

Im Gegensatz zu dem faden, reizlosen Mischfutter wurde diese mit Fenchelaroma gewürzte Ration stets sehr gerne und gierig genommen. Die den Tieren vorgelegten Gaben waren in wenigen Minuten aufgefressen, und es unterliegt unseres Er-

achtens keinem Zweifel, dass das Tier von diesem schmackhafteren Futter noch mehr genommen hätte.

Hinsichtlich Stalltemperatur, Lebendgewicht usw. vergleiche Tabelle 2 im Anhang.

3. Periode: Reizloses Mischfutter.

Um festzustellen, in welcher Weise sich die Sekretionstätigkeit der Milchdrüse nach einer abermaligen Darreichung eines reizlosen Futters gestalten würde, wurde nach Abschluss der zweiten Periode wieder ungewürztes Mischfutter dem Tiere vorgelegt. In den ersten Tagen verschmähte das Tier diese fade Nahrung wieder fast ganz, bis es der Hunger zum Fressen zwang; erst nach 5 Tagen wurde die Ration wieder vollständig aufgenommen. Im Verlaufe dieser faden Futterdarreichung sank wieder, wie das erste Mal, die Milchmenge ziemlich stetig und hatte nach 15 Tagen nahezu denselben niedrigen Stand erreicht, wie am Ende der ersten Periode. In den folgenden 13 Tagen wurde dann bei dieser reizlosen Nahrung die Milch gesammelt und untersucht. Die Futteraufnahme in dieser Zeit war stets vollständig, auch wurden sonstige Störungen nicht wahrgenommen.

Die konservierte Gesamtmilch zeigte bei der Untersuchung folgende Zusammensetzung und wir berechneten daraus die in nachfolgender Tabelle angegebenen Erträge.

Analyse der konserv. Gesamtmilch in Prozenten:					Pro Tag produzierte Menge in Gramm an:				
Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N	Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N
9.35	1.85	3.80	0.73	0.461	68.90	13.63	28.01	5.38	3.40
—	—	—	—	2.94	—	—	—	—	—

Hinsichtlich Stalltemperatur, Lebendgewicht usw. vergleiche Tabelle 3 im Anhang.

4. Periode: Mischfutter und Grasansicht.

Dieser Fütterungsversuch sollte darüber Aufschluss geben, ob eine psychische Anregung der Nerven die Milchsekretion zu beeinflussen imstande sei. Die Ziege erhielt daher dasselbe reizlose Mischfutter, wie in der ersten Periode. Es war aber

vor dem Futtertroge in mehreren Glaszylindern Gras aufgestellt. Die Glaszylinder waren so dicht verschlossen, dass das Tier das Gras nicht riechen, sondern nur sehen konnte. Da es in der Natur dieses Versuches lag, dass eine eventuell eintretende Beeinflussung des Nervensystems sofort sich offenbaren musste, so wurde nur eine Zwischenfütterung von einem Tage eingeschaltet.

Der Versuch selbst dauerte vom 17.—29. August = 13 Tage.

Bei der Untersuchung der Milch wurden folgende Zahlen festgestellt und die nachfolgenden Erträge berechnet.

Analyse der konserv. Gesamtmilch in Prozenten:					Pro Tag produzierte Menge in Gramm an:				
Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N	Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N
9.65	1.90	3.85	0.75	0.489	57.80	11.38	23.06	4.49	2.93
—	—	—	—	3.11	—	—	—	—	—

Hinsichtlich Stalltemperatur, Lebendgewicht usw. vergleiche Tabelle 4 im Anhang.

5. Periode: Mischfutter reizlos.

Zwecks Feststellung der Depression, die durch das Sinken der Laktation herbeigeführt wird, wurde abermals eine reizlose Fütterung von 11 Tagen (3.—13. September) angeschlossen, nachdem eine 5tägige Zwischenfütterung vorausgegangen war. Auch diese Zwischenfütterung wurde sehr kurz bemessen, weil anzunehmen war, dass ein eventuell stattgehabter psychischer Einfluss nach Fortnahme des Grases aufhören würde.

Die Milch hatte in dieser Periode folgende Zusammensetzung, woraus sich die in der nachfolgenden Tabelle angegebenen Erträge berechnen.

Analyse der konserv. Gesamtmilch in Prozenten:					Pro Tag produzierte Menge in Gramm an:				
Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N	Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N
10.00	1.70	3.65	0.80	0.616	45.50	7.73	16.61	3.64	2.80
—	—	—	—	3.92	—	—	—	—	—

Ziege No. 39.

Anlage und Ausführung der Versuche mit dieser Ziege unterscheiden sich nur insofern von denjenigen der eben besprochenen Ziege, als die einzelnen Perioden nicht durch eine reizlose Zwischenfütterung eingeschlossen wurden, sondern die Depression aus der gleichen Anfangs- und Schlussperiode berechnet werden sollte. Ferner wurde bei diesem Tiere die Wirkung von Kochsalz und in einer anderen Periode diejenige von Arsen auf die Tätigkeit der Milchdrüse festgestellt. Der Versuch mit dem Gras kam bei diesem Tier nicht zur Wiederholung.

Als dieses Tier in unseren Besitz überging, hatte dasselbe nach Angabe des Verkäufers acht Tage vorher gelammt, befand sich daher in ähnlichem Laktationsstand wie Ziege No. 28. Auch bei diesem Tier war die Gewöhnung an unser fades Mischfutter trotz eines allmählichen Übergangs nur schwer zu erreichen. Ferner wurde auch diesem Tier die reizlose Nahrung aus den gleichen Gründen wie bei Ziege No. 28 ca. 2 Monate lang vor Beginn des eigentlichen Versuches gereicht. Während dieser langen Ernährung mit dem faden, dem Tiere nicht zusagenden Futter ging auch hier der Milchertrag rapide zurück, trotzdem das Tier irgend in Betracht kommende Reste nicht übrig liess. Ein derartiges stetes und konstantes Zurückgehen haben wir bei normalem Futter früher niemals beobachtet, und der Umstand, dass dieses bei beiden Tieren der Fall war, lässt die Vermutung, dass es sich um individuelle Eigenschaften handelt, unwahrscheinlich erscheinen, berechtigt unseres Erachtens vielmehr zu der Annahme, dass der Mangel an den Gewürzstoffen die Ursache war.

1. Periode: Reizloses Mischfutter.

Die Futterration, die diese Ziege in allen Perioden erhielt, bestand aus:

450 g Stroh,
15 „ Öl,
90 „ Strohstoff,
180 „ Troponabfall,
270 „ Stärke,
20 „ Futterkalk,
10 „ Heuasche.

Den Gehalt obiger Futtermischung an verdaulichen Nährstoffen sowie Stärkewert zeigt folgende Tabelle an.

	Verdauliche Nährstoffe:							
	Trocken-substanz	Roh-protein	Fett	Rohfaser	N-freie	Asche	Rein-protein	Stärke-wert
Pro Tag u. Stück in g	594.5	121.42	14.97	148.4	291.0	34.83	117.2	444.3
Pro Tag und 1000 kg L.-Gew. in kg . . (L.-Gew. 34.7 kg)	17.13	3.50	0.432	4.28	8.39	1.003	3.38	12.80

Eiweissverhältnis: 1 : 4.03.

Durch die lange Vorfütterung hatte sich das Tier an diese fade Futterration allmählich gewöhnt, so dass es die ihm jeden Tag vorgelegte Ration, ohne Reste zu lassen, aufnahm.

Die Periode dauerte vom 13.—25. Juni = 13 Tage.

Bei der Untersuchung der konservierten Milch fand ich folgende Zahlen und es berechnen sich daraus die nachfolgenden Erträge:

Analyse der konserv. Gesamtmilch in Prozenten:					Pro Tag produzierte Menge in Gramm an:				
Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N	Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N
12.95	4.20	4.10	0.83	0.596	71.22	23.10	22.55	4.56	3.28
—	—	—	—	3.80	—	—	—	—	—

Hinsichtlich der näheren Angaben über Stalltemperatur, Lebendgewicht, Wasserkonsum usw. vergleiche Tabelle 6 im Anhang.

2. Periode: Mischfutter mit Fenchelaroma gewürzt.

Die Würzung dieses reizlosen Mischfutters wurde in dieser Periode in der gleichen Weise bewerkstelligt, wie bei Ziege No. 28. Es wurde also nicht Fenchel in Substanz mit dem Mischfutter der ersten Periode vermengt, sondern Fenchel in Papiertüten gebracht und diese Tüten einige Tage in das Mischfutter gelegt. Das Mischfutter nahm auch bei diesem Versuch das Aroma des Fenchels in hohem Grade an.

Die Vorfütterung erstreckte sich auf 9 Tage (26. Juni bis 4. Juli). Vom 5. Juli ab wurde die Milch täglich auf Trockensubstanz und Fett untersucht und eine Teilprobe zwecks späterer Ausführung einer vollständigen Analyse aufbewahrt. Am 17. Juli brach ich den Versuch ab, nachdem er 13 Tage ohne Störung verlaufen war.

Die Untersuchung der gesammelten Milch zeitigte folgendes Ergebnis und es berechnen sich aus Milchmenge und prozentischer Zusammensetzung die nachfolgenden Erträge:

Analyse der konserv. Gesamtmilch in Prozenten:					Pro Tag produzierte Menge in Gramm an:				
Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N	Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N
13.34	4.40	4.20	0.86	0.612	86.68	28.38	27.09	5.55	3.95
—	—	—	—	3.90	—	—	—	—	—

Nicht unerwähnt soll auch hier bleiben, dass die Ziege das mit Fenchelaroma gewürzte Futter täglich mit so grossem Appetit verzehrte, wie wir es in der vorhergehenden Periode bei der ungewürzten Nahrung niemals beobachten konnten.

8. Periode: Mischfutter und Kochsalz.

Zu den Würzstoffen, die in der Praxis am häufigsten Verwendung finden, gehört zweifellos das Kochsalz. Neben der physiologischen Bedeutung, die dieser Zugabe bei der Ernährung namentlich der Herbivoren zukommt, nimmt es auch mit Recht unter den Würzstoffen seit alters her den ersten Platz ein, wenn es sich darum handelt, ein fades, geschmackloses Futter den Tieren wohlschmeckender zu machen. Bei dieser Sachlage schien es uns von Interesse, den Einfluss einer angemessenen Kochsalzgabe auf die Milchsekretion festzustellen, zumal da dahingehende Versuche bei reizlosem[1]) Futter bisher nicht aus-

[1]) Zwar war die von uns verabfolgte Ration nicht ganz frei von Natriumchlorid, denn in den 10 g Heuasche, die wir unseren Tieren reichten, war auch etwas von diesem Salz enthalten. Aber abgesehen davon, dass wir bei einer so lange ausgedehnten Fütterungsperiode das Fortlassen der in der Heuasche enthaltenen anderen mineralischen Bestandteile aus physiologischen Gründen nicht für angezeigt hielten, ist die Menge des dadurch gegebenen Kochsalzes so gering, dass wir doch noch eine Reizwirkung, wenn

geführt wurden. Vor allem interessierte uns die Frage, ob Kochsalz eine ähnliche anregende Wirkung auf die Tätigkeit der Milchdrüse auszuüben imstande sei, wie Fenchel, eine Frage, auf die wir durch Vergleich von Periode 2 und 3 eine Antwort zu erhalten hofften. Die Kochsalzgabe, mit der das reizlose Mischfutter gewürzt wurde, betrug 10 g pro Tag und Kopf.

Dauer der Vorfütterung: 18. Juli bis 1. August = 15 Tage.

Dauer des Versuchs: 2.—14. August = 13 Tage.

Das Tier verzehrte die tägliche Ration mit grossem Appetit, so dass nie Rückstände festzustellen waren. Die Zusammensetzung der konservierten Gesamtmilch und der daraus berechnete Ertrag an den einzelnen Milchbestandteilen betrug:

Analyse der konserv. Gesamtmilch in Prozenten:					Pro Tag produzierte Menge in Gramm an:				
Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N	Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N
12.79	4.00	4.20	0.76	0.601	84.54	26.40	27.76	5.02	3.97
—	—	—	—	3.83	—	—	—	—	—

Hinsichtlich Stalltemperatur, Lebendgewicht usw. vergleiche Tabelle 8 im Anhang.

4. Periode: Mischfutter und Arsen.

Bekanntlich soll[1]) es in manchen Alpengegenden üblich sein, dass einzelne Menschen durch Einnahme von kleinen Dosen Arsen die Verdauung zu fördern und ihre Leistungsfähigkeit, namentlich im Bergsteigen, zu heben trachten. Ferner spielt Arsen bei vielen Pferdehändlern insofern eine gewisse Rolle, als sie durch Beigabe dieses Giftes das Aussehen heruntergekommener Pferde zu verbessern suchen. P. Spallanzani[2]) und R. Zeppa stellten durch Verfütterung von Arsen an einer Milchkuh fest, dass durch diese Beigabe weniger Milch und (Milchzucker ausgenommen) eine gehaltlosere Milch abgesondert wurde. Um nun eine eventuell anregende Wirkung der Arsen-

eine solche dem Kochsalze eigen ist, erwarten zu dürfen glaubten, eine Annahme, in der wir uns nicht getäuscht haben.

[1]) E. Pott, Die landwirtschaftlichen Futtermittel S. 696 u. f.

[2]) Zit. nach E. Pott, Die landwirtschaftlichen Futtermittel S. 697.

beifütterung bei einem reizlosen Futter zu konstatieren, fügten wir unserem Versuchsplan diese Periode ein.

Als Arsenlösung diente uns eine den Vorschriften der Ph. G. entsprechende FOWLERsche Lösung, die wir jedoch ungewürzt liessen.

Da es bei der Verabfolgung von Arsen von grosser Wichtigkeit ist, die Tiere ganz allmählich an dieses Gift zu gewöhnen, fingen wir mit ganz kleinen Gaben an, die wir nach und nach steigerten. Das Tier gewöhnte sich leicht an dieses Gift und zeigte keine Symptone einer nachteiligen Beeinflussung seines Wohlbefindens durch die Arsenbeifütterung.

Nach 12 tägiger Zwischenfütterung hatten wir die Höchstgabe von 30 Tropfen (ca. 0.007 g arsenige Säure) FOWLERscher Arsenlösung erreicht und es wurde am 26. August mit der Untersuchung der Milch angefangen. Der Versuch, der ohne jede Störung verlief, dauerte bis zum 7. September = 13 Tage.

Die Zusammensetzung der Milch und die daraus berechnete Menge an Milchbestandteilen zeigt folgende Tabelle.

Analyse der konserv. Gesamtmilch in Prozenten:					Pro Tag produzierte Menge in Gramm an:				
Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N	Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N
12.55	3.40	4.25	0.89	0.625	71.66	19.41	24.27	5.08	3.57
—	—	—	—	3.98	—	—	—	—	—

Hinsichtlich Stalltemperatur, Lebendgewicht usw. vergleiche Tabelle 9 im Anhang.

5. Periode: Reizloses Mischfutter.

Den Schluss dieses Fütterungsversuchs bildete aus den schon erwähnten Gründen wieder eine reizlose Fütterung. Nachdem in einer 13 tägigen Zwischenfütterung allmählich das Arsen dem Tier entzogen worden war, begann obige Periode mit dem 20. September und wurde bis zum 2. Oktober = 13 Tage ausgedehnt. Störende Zwischenfälle wurden während dieser Zeit nicht wahrgenommen, auch kam das Futter an jedem Tag vollständig zum Verzehr.

Aus der nachfolgenden Tabelle ist die Zusammensetzung sowie die daraus berechnete Menge an Milchbestandteilen ersichtlich.

Analyse der konserv. Gesamtmilch in Prozenten:					Pro Tag produzierte Menge in Gramm an:				
Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N	Tr.-S.	Fett	Zucker	Asche	N
13.00	3.45	4.60	0.80	0.648	63.31	16.80	22.40	3.90	3.16
—	—	—	—	4.13	—	—	—	—	—

Hinsichtlich Stalltemperatur, Lebendgewicht usw. vergleiche Tabelle 10 im Anhang.

C. Diskussion der erhaltenen Resultate.

Zur Diskussion der erhaltenen Resultate verwendeten wir wieder, wie früher, die korrigierten Mittelzahlen für die pro Tag erzeugte Milch und Milchbestandteile, welche nebst dem mittleren Lebendgewicht der Tiere in Tabelle 11a und 11b im Anhang zu finden sind. Diese korrigierten Mittelwerte wurden unter Berücksichtigung der natürlichen Abnahme der Milch durch das Fortschreiten der Laktation in der Weise gefunden, dass die Anzahl der von der Mitte der ersten bis letzten Periode verflossenen Tage in die Differenz der erhaltenen mittleren Daten an Milch und Milchbestandteilen in der ersten und letzten Periode dividiert und dieser berechnete Quotient mit der Anzahl der Tage multipliziert wurde, welche die Mitte der ersten Periode von der nächsten Periode trennt. Eine Ausnahme hiervon macht Ziege No. 28, bei der nach jeder Periode eine Grundfütterung eingeschaltet wurde, die dann zur Depressionsberechnung herangezogen wurde.

1. Vergleich der Erträge von Mischfutter reizlos und Mischfutter + Fenchelaroma.

Die folgende Tabelle[1]) zeigt die Unterschiede an Milch und deren Bestandteilen, wie sie bei diesen beiden Fütterungsarten erzielt wurden.

[1]) Vergleiche auch Tabelle 12 im Anhang.

Mischfutter + Fenchelaroma gab mehr (+) oder weniger (—) als Mischfutter reizlos:

Ziege	Periode	Milch g	Trocken-substanz g	Fett g	Zucker g	Asche g	Stickstoff g	Korrigierter Fettgehalt der Milch %	Zusammensetzung der Trockensubstanz: Fett %	Zucker %	Asche %	Stick-stoff %
28	2:1	+ 312	+ 34.50	+ 9.81	+ 11.89	+ 1.96	+ 1.81	+ 0.25	+ 1.6	— 1.0	— 0.70	+ 0.14

Aus diesen Zahlen lässt sich ohne weiteres der günstige Einfluss erkennen, den die Würzung des reizlosen Mischfutters durch das ätherische Öl des Fenchels ausgeübt hat. Es wurde nicht nur bedeutend mehr Milch abgesondert (+ 312 g), sondern es kamen auch mehr Milchbestandteile zur Ausscheidung. Setzt man die Erträge, die bei dem mit Fenchelaroma gewürzten Futter erzielt wurden = 100, so stellen sich die Erträge bei der reizlosen Fütterung hinsichtlich Trockensubstanz nur auf 67.4, Fett auf 63.2, Milchzucker auf 69.2 usw. Die Milchmenge nahm um ca. 30 % zu!

Diese günstige Wirkung des gewürzten Futters erstreckt sich auch insofern auf die Zusammensetzung der Trockensubstanz der Milch, als der prozentische Gehalt derselben an Fett etwas gesteigert wurde. Wir können also hier dieselbe spezifische Wirkung der Reizstoffe auf die Fettabsonderung konstatieren, die wir schon bei unseren früheren Versuchen stets beobachteten.

Dasselbe Bild zeigte der Versuch mit Ziege No. 39, wie aus folgender Tabelle[1]) hervorgeht.

Mischfutter + Fenchelaroma gab mehr (+) oder weniger (—) als Mischfutter reizlos:

Ziege	Periode	Milch g	Trocken-substanz g	Fett g	Zucker g	Asche g	Stickstoff g	Fettgehalt der Milch %	Zusammensetzung der Trockensubstanz: Fett %	Zucker %	Asche %	Stick-stoff %
39	2 : 1	+ 109	+ 17.22	+ 6.68	+ 4.56	+ 1.14	+ 0.70	+ 0.32	+ 1.2	— 1.1	+ 0.03	— 0.12

[1]) Vergleiche auch Tabelle 12 im Anhang.

Auch hier wurde der Ertrag an Milch und den einzelnen Milchbestandteilen zum Teil ganz bedeutend gesteigert; ebenso zeigt der prozentische Fettgehalt der Trockensubstanz einen positiven Wert. Setzt man hier gleichfalls wie oben die Erträge, die bei dem gewürzten Futter erzielt wurden = 100, so stellen sich diejenigen der reizlosen Periode bei Trockensubstanz auf nur 80.5, Fett : 77.6, Zucker : 83.2 etc. Der Milchertrag ging um 16.4 % in die Höhe.

Auf welche Weise diese Wirkung zustande gekommen ist, lässt sich bei diesem Versuch nicht ganz einwandfrei entscheiden. Da es nicht ausgeschlossen ist, dass das ätherische Öl der Fenchelsamen, das sich dem Mischfutter mitteilte, direkt nach erfolgter Resorption die Milchdrüsennerven lokal reizte, so bleibt eine blosse psychische Wirkung, wie wir sie anfangs erzielen wollten, nicht als die einzige Möglichkeit übrig. Jedenfalls zeigen diese Versuche wieder, wie diese ätherischen Öle ein mächtiger Antrieb zur Milchsekretion sind, wenn sie eine fade Nahrung würzen, und es ist durch diese Versuche auf jeden Fall bewiesen, dass die flüchtigen, in den wohlriechenden Samen enthaltenen Stoffe es sind, die auf die Nerventätigkeit einen grossen Einfluss ausüben.

2. Vergleich der Erträge von Mischfutter reizlos und Mischfutter + Grasansicht.

Nachdem unser Bestreben, eine rein psychische Beeinflussung der Drüsentätigkeit zu erhalten, durch die vorhergehende Fütterungsart nicht einwandfrei erzielt war, wurde dieser Gedanke durch den Versuch mit dem Einschliessen von Gras in dicht schliessende Glasflaschen und sichtbares Aufstellen derselben vor den Augen des fressenden Tieres zu erreichen versucht. Wie schon früher erwähnt, hatte Pawlow die Sekretionstätigkeit der Magen- und Darmdrüsen bei Hunden durch Vorzeigen von Wurst stark anzuregen vermocht, und es liess sich hoffen, durch ein analoges Verfahren diese Frage hinsichtlich der Einwirkung auf die Tätigkeit der Milchdrüsennerven erfolgreich zu studieren. Das Ergebnis des Versuchs veranschaulicht folgende Tabelle.[1])

---

[1]) Vergleiche auch Tabelle 12 im Anhang.

Mischfutter + Grasansicht gab mehr (+) oder weniger (—) als Mischfutter reizlos:

Ziege	Periode	Milch g	Trocken-substanz g	Fett g	Zucker g	Asche g	Stickstoff g	Fettgehalt der Milch %	Zusammensetzung der Trockensubstanz: Fett %	Zucker %	Asche %	Stick-stoff %
28	4 : 3	— 6	— 0.18	+ 0.50	+ 0.37	— 0.08	— 0.19	+ 0.08	+ 0.8	+ 0.6	— 0.10	— 0.26

Wie diese Zahlen zeigen, ist eine psychische Beeinflussung der Milchdrüse bei obigem Experiment nicht in die Erscheinung getreten, denn die zutage tretenden Unterschiede, die sowohl in positiver wie negativer Richtung liegen, sind so minimal, dass sie vollständig in die bei derartigen Versuchen übliche Fehlergrenze fallen. Wir fassen unser Urteil mithin dahin zusammen, dass eine psychische Beeinflussung der Tätigkeit der Milchdrüse auf obige Weise nicht möglich war.

Es bleibt aber nicht ausgeschlossen, dass die Geruchsnerven in dieser Beziehung eine viel wirksamere Fortleitungsbahn für Anregungen darstellen, und es ist nicht unmöglich, dass auch bei dem Pawlowschen Versuch die Sekretionstätigkeit der Magen- und Darmdrüsen durch den Geruch, der von der Wurst ausging, ausgelöst wurde. Auch spricht hierfür — wenn, wie gesagt, auch nicht einwandfrei — unser Versuch mit der Würzung der Nahrung mit Fenchelaroma.

3. Vergleich der Erträge von Mischfutter reizlos und Mischfutter + Kochsalz.

Sehr wirkungsvoll gestaltete sich auch die Würzung der Nahrung mit Kochsalz, wie aus nachfolgender Gegenüberstellung[1]) hervorgeht.

(Siehe die Tabelle auf S. 269.)

Der Mehrertrag an Milch und Milchbestandteilen ist allgemein und zum Teil wieder sehr beträchtlich. So übersteigt der Milchertrag den bei der reizlosen Fütterung erzielten um 20.6 %; der Mehrertrag an Trockensubstanz beträgt 19.6 %,

---

[1]) Vergleiche auch Tabelle 12 im Anhang.

der des Fettes 21.9 %. Dieser günstige Einfluss der Kochsalzfütterung kommt auch bei der Zusammensetzung der Trockensubstanz etwas zum Ausdruck, denn auch hier treten, Asche ausgenommen, nur positive Werte auf. Es hat mithin das Kochsalz auch die Qualität der Milch etwas verbessert.

Mischfutter + Kochsalz gab mehr (+) oder weniger (—) als Mischfutter reizlos:

Ziege	Periode	Milch g	Trocken-substanz g	Fett g	Zucker g	Asche g	Stickstoff g	Fettgehalt der Milch %	Zusammensetzung der Trockensubstanz: Fett %	Zucker %	Asche %	Stick-stoff %
39	3 : 1	+ 143	+ 17.31	+ 6.48	+ 5.29	+ 0.79	+ 0.75	+ 0.07	+ 1.0	— 0.2	— 0.36	— 0.06

Von grossem Interesse ist auch

4. Der Vergleich der Erträge von Mischfutter + Fenchelaroma und Mischfutter + Kochsalz,

wie nachstehende Tabelle[1]) zeigt.

Mischfutter + Fenchelaroma gab mehr (+) oder weniger (—) als Mischfutter + Kochsalz:

Ziege	Periode	Milch g	Trocken-substanz g	Fett g	Zucker g	Asche g	Stickstoff g	Fettgehalt der Milch %	Zusammensetzung der Trockensubstanz: Fett %	Zucker %	Asche %	Stick-stoff %
39	2 : 3	— 34	— 0.09	+ 0.20	— 0.73	+ 0.35	— 0.05	+ 0.25	+ 0.2	— 0.9	+ 0.39	— 0.06

Aus dieser Tabelle geht deutlich hervor, dass ein Unterschied zwischen der Wirkung von Fenchel- und Kochsalzbeigabe nicht zutage trat, denn die Erträge an Milch und Milchbestandteilen sind in beiden Perioden nahezu dieselben; die auftretenden Unterschiede sind jedenfalls nicht von irgend einer Bedeutung,

[1]) Vergleiche auch Tabelle 12 im Anhang.

und man wird nicht fehl gehen, wenn man dieselben als in die Fehlergrenze fallend betrachtet.

Findet dieser Versuch durch weitere dahin gehende Beobachtungen eine Bestätigung, so dürfte der für die breitere Praxis wichtige Schluss davon abgeleitet werden können, dass man mit Kochsalz dieselben Erfolge zu erzielen vermag, wie mit Fenchel, und dass das Kochsalz das billigste und einfachste Würzungsmittel darstellt. Zieht man ferner noch in Betracht, dass Kochsalz in der Ernährung der Herbivoren noch andere Aufgaben zu erfüllen hat, so wird man mit einer Kochsalzwürzung den sicheren Weg beschreiten.

5. Vergleich der Erträge von Mischfutter reizlos und Mischfutter + Arsen.

Über den Einfluss der Beigabe von Arsen gibt die nachfolgende Tabelle[1]) Aufschluss.

Mischfutter + Arsen gab mehr (+) oder weniger (—) als Mischfutter reizlos:

Ziege	Periode	Milch g	Trockensubstanz g	Fett g	Zucker g	Asche g	Stickstoff g	Fettgehalt der Milch %	Zusammensetzung der Trockensubstanz:			
									Fett %	Zucker %	Asche %	Stickstoff %
39	4 : 1	+ 68	+ 6.35	+ 1.02	+ 1.83	+ 1.01	+ 0.38	— 0.30	— 1.3	— 0.3	+ 0.78	+ 0.11

Diesen Zahlen zufolge scheint zwar eine kleine günstige Wirkung hinsichtlich der Erträge stattgefunden zu haben, aber die Mehrerträge an Milch und den einzelnen Milchbestandteilen sind doch zu gering, als dass sie Schlussfolgerungen zuliessen. Man wird auch hier der Wahrheit am nächsten kommen, wenn man die auftretenden Unterschiede als nicht weit aus der Fehlergrenze fallend betrachtet.

Zum Schluss mögen die erhaltenen Ergebnisse nochmals kurz zusammengefasst werden:

1. Das mit dem ätherischen Öle des Fenchelsamens gewürzte Mischfutter hat einen günstigen Einfluss auf die Sekretionstätigkeit der Milchdrüse insofern aus-

[1]) Vergleiche auch Tabelle 12 im Anhang.

geübt, als beim Verabfolgen dieser gewürzten Nahrung mehr Milch und eine gehaltreichere Milch abgesondert wurde, wie bei dem faden Mischfutter. Entsprechend den Ergebnissen unserer früheren Versuche übte das reizstoffreiche Mischfutter auch einen spezifischen Einfluss auf den Fettgehalt der abgesonderten Milch aus.

2. Eine ähnliche günstige Wirkung, wie die Würzung des Futters mit Fenchelaroma, hatte auch die Beigabe von Kochsalz zu der faden Nahrung im Gefolge. Es lässt sich diesem Versuche nach die Würzung einer faden, geschmacklosen Futterration durch Kochsalz ebenso wirkungsvoll gestalten, wie durch Zufügung von wohlriechenden Samen. Da nun Kochsalz bekanntlich auch in physiologischer Hinsicht bei Herbivoren von Bedeutung ist, so dürfte es sich empfehlen, in der Praxis die Würzung eines faden und geschmacklosen Futters durch das billige Salz anzustreben. Auf jeden Fall sollte man dieser Würzungsart den Vorzug geben vor der Verwendung von den berüchtigten Vieh-, Milch- und Mastpulvern, die ja bekanntlich nichts anderes enthalten als ein Gemenge von wohlriechenden Samen mit anderen Stoffen, zu denen vielfach auch Kochsalz zählt. Denn der Wert dieser Pulver steht in keinem Verhältnis zu dem dafür geforderten Preise. Überhaupt zeigen diese Versuche in Verbindung mit unseren früheren die Berechtigung der Kellnerschen Ansicht:[1] „Das beste Würzungsmittel ist und bleibt neben dem Kochsalz ein gutes, aromatisches Heu“.

3. Eine Beifütterung von Arsen blieb nahezu wirkungslos, desgleichen die psychische Beeinflussung durch Gras.

4. Von den einzelnen Reizstoffarten haben demnach nur die riechenden oder schmeckenden Stoffe die Tätigkeit der Milchdrüse zu beeinflussen vermocht, die anderen blieben ohne Wirkung.

---

[1]) O. Kellner, Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere, 4. Aufl. S. 157.

Anhang.

Tabelle 1.

Ziege No. 28. Periode 1. Reizloses Mischfutter.

Datum 1906	Stalltemperatur °C.	Lebendgewicht kg	Wasserkonsum g	Tagesmilch: Milchmenge g	Spez. Gew. bei 15 °C.	Gehalt der Milch an Tr.-S. %	Fett %	Pro Tag produzierte Menge an Tr.-S. g	Fett g
Juni									
7.	18.0	36.0	1800	914	27.3	9.72	2.20	88.84	20.11
8.	16.0	35.0	1100	970	27.4	9.62	2.10	93.30	20.37
9.	16.5	34.5	2400	855	27.2	9.81	2.30	83.86	19.66
10.	15.0	35.0	1200	841	27.0	10.06	2.55	84.60	21.44
11.	17.0	35.0	1400	830	26.7	9.03	1.75	74.94	14.52
12.	16.5	35.0	1100	780	26.9	10.10	2.60	78.78	20.28
13.	14.0	35.0	1600	732	26.8	9.59	2.20	70.20	16.10
14.	14.5	35.5	1100	659	27.3	10.08	2.50	66.42	16.47
15.	17.0	35.5	1800	704	26.7	9.45	2.10	66.53	14.78
16.	18.0	36.0	1100	686	26.6	9.84	2.45	67.50	16.80
17.	20.0	35.5	1800	608	26.3	9.47	2.20	57.58	13.38
18.	20.0	35.5	2200	603	26.1	9.59	2.35	57.82	14.17
19.	20.0	35.5	1800	658	26.0	9.69	2.45	63.76	16.12
20.	20.0	35.2	1400	598	26.1	9.54	2.30	57.05	13.75
21.	22.0	35.4	1900	542	26.3	9.83	2.50	53.27	13.55
Mittel:	17.6	35.3	1580	732	—	9.69	2.30	71.00	16.77

Tabelle 2.

Ziege No. 28. Periode 2. Mischfutter mit Fenchelaroma gewürzt.

Juli									
4.	18.5	37.2	2200	1021	28.4	10.23	2.40	104.4	24.50
5.	18.0	37.0	2000	993	28.9	10.24	2.30	101.7	22.84
6.	19.5	37.0	2200	1165	28.7	10.43	2.50	121.5	29.13
7.	16.0	37.0	2500	1083	28.4	9.75	2.00	105.6	21.66
8.	16.5	36.8	1800	1126	27.8	10.09	2.40	113.6	27.02
9.	16.5	36.3	2400	1136	27.4	9.74	2.20	110.6	24.99
10.	20.5	36.5	2600	1098	26.8	9.83	2.40	107.9	26.35
11.	17.0	36.5	2300	1085	27.0	10.25	2.70	111.2	29.30
12.	15.0	36.2	2300	924	26.6	9.90	2.50	91.5	23.10
13.	17.0	37.5	2800	1001	27.1	9.79	2.30	98.0	23.02
14.	17.0	36.5	2100	1112	27.7	10.11	2.45	112.4	27.24
15.	18.0	36.5	2500	1059	27.2	9.69	2.20	102.6	23.30
16.	21.0	36.3	2600	935	27.3	10.08	2.50	94.2	23.38
17.	23.0	36.2	2400	1017	26.7	9.92	2.50	100.9	25.42
18.	26.5	36.0	2400	926	27.0	10.24	2.70	94.8	25.00
Mittel:	18.7	36.6	2340	1046	—	10.02	2.40	104.7	25.09

Tabelle 3.

Ziege No. 28. Periode 3. Mischfutter reizlos.

Datum 1906	Stalltemperatur °C.	Lebendgewicht kg	Wasserkonsum g	Tagesmilch: Milchmenge g	Spez. Gew. bei 15 °C.	Gehalt der Milch an Tr.-S. %	Fett %	Pro Tag produzierte Menge an Tr.-S. g	Fett g
August 3.	25.5	36.5	4200	647	27.7	9.63	2.05	62.3	13.26
4.	24.0	38.2	3200	739	27.5	9.23	1.75	68.2	12.93
5.	23.0	37.5	2200	738	27.0	9.16	1.80	67.6	13.28
6.	24.0	37.0	1100	808	27.4	9.26	1.80	74.8	14.55
7.	23.0	36.5	3800	739	28.1	9.56	1.90	70.6	14.04
8.	22.0	37.5	2400	804	27.9	9.15	1.60	73.6	12.86
9.	21.5	38.0	2400	773	27.2	9.03	1.65	69.8	12.75
10.	18.5	38.2	1800	728	27.5	9.17	1.70	66.8	12.37
11.	18.0	37.5	2500	732	27.5	9.17	1.70	67.1	12.44
12.	16.0	37.2	1900	709	28.3	9.49	1.80	67.3	12.76
13.	17.0	37.0	2000	807	27.6	9.31	1.80	75.1	14.52
14.	24.0	38.0	1800	657	26.9	9.43	2.05	62.0	13.47
15.	22.0	36.7	2000	704	28.2	9.58	1.90	67.4	13.38
Mittel:	21.4	37.4	2408	737	—	9.32	1.81	68.7	13.28

Tabelle 4.

Ziege No. 28. Periode 4. Mischfutter + Grasansicht.

Datum 1906	Stalltemperatur °C.	Lebendgewicht kg	Wasserkonsum g	Tagesmilch: Milchmenge g	Spez. Gew. bei 15 °C.	Gehalt der Milch an Tr.-S. %	Fett %	Pro Tag produzierte Menge an Tr.-S. g	Fett g
August 17.	17.0	38.0	2000	553	27.8	9.24	1.70	51.1	9.40
18.	17.0	37.5	2300	575	28.3	9.66	1.95	55.4	11.21
19.	13.0	38.0	2600	513	28.8	9.97	2.10	51.1	10.77
20.	17.0	39.2	1700	578	28.7	9.82	2.00	56.8	11.56
21.	20.5	39.0	1400	598	27.8	9.84	2.20	58.8	13.15
22.	22.0	39.7	1300	612	28.1	9.56	1.90	58.5	11.63
23.	25.0	39.2	3400	600	28.6	9.44	1.70	56.6	10.20
24.	24.0	38.7	2400	635	28.3	9.66	1.95	61.3	12.38
25.	21.0	39.8	2600	650	28.1	9.56	1.90	62.1	12.35
26.	18.0	38.6	1700	658	29.2	9.71	1.80	63.9	11.84
27.	20.0	38.0	2200	653	29.3	9.62	1.70	62.8	11.10
28.	18.0	38.5	2100	590	30.1	9.99	1.85	58.9	10.91
29.	19.0	38.8	2000	567	30.2	9.96	1.80	56.5	10.20
Mittel:	19.3	38.7	2130	599	—	9.69	1.89	58.0	11.29

Tabelle 5.

Ziege No. 28. Periode 5. Reizloses Mischfutter.

Datum 1906	Stalltemperatur °C.	Lebendgewicht kg	Wasserkonsum g	Tagesmilch: Milchmenge g	Spez. Gew. bei 15 °C.	Gehalt der Milch an Tr.-S. %	Fett %	Pro Tag produzierte Menge an Tr.-S. g	Fett g
Septbr.									
3.	20.0	38.0	700	559	28.4	9.15	1.50	51.1	8.38
4.	21.0	37.7	1800	522	29.4	9.64	1.70	50.3	8.87
5.	23.5	37.5	2000	438	31.0	10.52	2.10	46.1	9.20
6.	22.0	38.5	2400	433	31.8	10.48	1.90	45.4	8.23
7.	22.0	38.0	2200	424	31.7	10.21	1.70	43.3	7.21
8.	21.5	38.2	2400	438	30.7	10.44	2.10	45.7	9.20
9.	22.0	38.8	2500	521	28.5	9.18	1.30	47.8	6.77
10.	16.5	38.5	2400	506	29.6	9.56	1.60	48.4	8.10
11.	15.0	38.5	1800	422	31.6	10.31	1.80	43.5	7.60
12.	15.0	38.0	1800	388	32.0	10.05	1.50	39.0	5.82
13.	12.0	38.0	1600	356	32.7	10.71	1.90	38.1	6.76
Mittel:	19.1	38.2	1964	455	—	10.00	1.74	45.4	7.83

Tabelle 6.

Ziege No. 39, Periode 1, reizloses Mischfutter.

Datum	Stalltemperatur °C.	Lebendgewicht kg	Wasserkonsum g	Milchmenge g	Spez. Gew. bei 15 °C.	Tr.-S. %	Fett %	Tr.-S. g	Fett g
Juni									
13.	16.5	34.8	1000	449	31.9	13.62	4.50	61.15	20.20
14.	14.0	35.0	1400	664	29.9	12.29	3.80	81.60	25.23
15.	17.0	35.5	1400	486	29.5	13.15	4.60	63.90	22.35
16.	17.0	35.5	1700	488	31.9	13.98	4.80	68.21	23.42
17.	18.0	35.5	1150	510	31.2	13.33	4.40	67.98	22.44
18.	20.0	35.5	2900	514	29.4	12.52	4.10	64.35	21.07
19.	20.0	35.5	800	497	29.4	12.76	4.30	63.41	21.37
20.	20.0	34.0	1300	691	29.8	12.62	4.10	87.19	28.33
21.	20.0	34.7	1400	559	30.3	11.86	3.35	66.29	18.72
22.	22.0	33.7	500	570	30.6	12.46	3.80	71.02	21.66
23.	22.0	33.5	1000	557	30.6	13.18	4.40	73.41	24.51
24.	22.0	34.0	1300	572	30.7	13.20	4.40	75.49	25.17
25.	23.0	34.0	600	596	30.5	12.79	4.10	76.22	24.44
Mittel:	19.3	34.7	1265	550	—	12.91	4.20	70.79	23.00

Tabelle 7.

Ziege No. 39. Periode 2. Mischfutter mit Fenchelaroma gewürzt.

Datum 1906	Stalltemperatur °C.	Lebendgewicht kg	Wasserkonsum g	Tagesmilch: Milchmenge g	Spez. Gew. bei 15 °C.	Gehalt der Milch an Tr.-S. %	Fett %	Pro Tag produzierte Menge an Tr.-S. g	Fett g
Juli									
5.	18.5	35.2	3500	719	30.8	13.35	4.50	95.98	32.35
6.	18.0	36.0	3650	712	30.9	13.37	4.50	95.18	32.04
7.	19.5	36.0	3800	708	30.8	13.11	4.30	92.82	30.44
8.	16.0	36.5	5200	667	31.3	13.35	4.40	89.04	29.35
9.	16.5	36.0	4600	613	31.5	13.64	4.60	83.62	28.20
10.	16.5	35.8	6000	614	31.3	13.53	4.55	83.06	27.94
11.	20.5	36.5	3200	673	31.5	13.17	4.20	88.63	28.26
12.	17.0	35.5	3200	645	31.2	12.97	4.10	83.65	26.44
13.	15.0	36.2	3400	586	31.2	13.39	4.45	78.46	26.08
14.	17.0	36.0	5200	642	31.7	13.27	4.25	85.18	27.28
15.	17.0	35.5	4800	618	31.7	13.16	4.15	81.33	25.65
16.	18.0	36.0	3000	609	32.3	13.60	4.40	82.82	26.80
17.	21.0	35.5	5000	576	32.5	14.13	4.80	81.38	27.65
Mittel:	17.7	35.9	4196	645	—	13.38	4.40	86.25	28.35

Tabelle 8.

Ziege No. 39. Periode 3. Mischfutter + Kochsalz.

Datum 1906	Stalltemperatur °C.	Lebendgewicht kg	Wasserkonsum g	Tagesmilch: Milchmenge g	Spez. Gew. bei 15 °C.	Gehalt der Milch an Tr.-S. %	Fett %	Pro Tag produzierte Menge an Tr.-S. g	Fett g
August									
2.	25.0	34.5	3800	671	30.2	12.97	4.30	87.02	28.85
3.	25.5	34.0	5100	672	30.1	12.94	4.30	86.96	28.90
4.	24.0	35.5	4400	679	30.7	12.97	4.20	88.06	28.52
5.	23.0	35.5	4500	769	31.1	12.48	3.70	95.98	28.45
6.	24.0	35.0	2750	691	30.7	12.67	3.95	87.54	27.29
7.	23.0	35.2	5200	698	30.5	12.45	3.80	86.90	26.52
8.	22.0	35.5	2800	652	30.9	12.48	3.75	81.36	24.44
9.	21.5	36.0	4200	621	31.7	12.62	3.70	78.36	22.97
10.	18.5	36.7	3200	651	31.7	12.74	3.80	82.93	24.74
11.	18.0	36.0	6200	592	31.1	13.12	4.25	77.66	25.16
12.	16.0	36.0	6000	591	30.6	13.06	4.30	77.18	25.41
13.	17.0	37.0	3800	707	30.7	12.43	3.75	87.88	25.51
14.	24.0	36.4	4200	596	30.0	12.91	4.30	76.94	25.63
Mittel:	21.7	35.6	4320	661	—	12.75	4.01	84.25	26.42

Tabelle 9.

Ziege No. 39. Periode 4. Mischfutter + Arsen.

Datum 1906	Stalltemperatur °C.	Lebendgewicht kg	Wasserkonsum g	Tagesmilch: Milchmenge g	Spez. Gew. bei 15 °C.	Gehalt der Milch an Tr.-S. %	Fett %	Pro Tag produzierte Menge an Tr.-S. g	Fett g
August									
26.	18.0	38.5	3100	584	33.2	12.65	3.40	73.86	19.85
27.	20.0	36.5	3800	559	33.0	12.94	3.70	72.33	20.68
28.	18.0	36.4	4000	602	32.8	12.43	3.30	74.82	19.86
29.	19.0	36.3	3200	580	33.4	12.34	3.10	71.57	17.98
30.	20.0	37.2	4800	553	33.4	12.34	3.10	68.24	17.14
31.	20.0	38.2	5200	530	32.8	12.66	3.50	67.09	18.55
Septbr.									
1.	19.5	37.0	5000	630	33.0	12.48	3.30	78.62	20.78
2.	20.0	37.1	5800	601	33.2	12.58	3.35	75.60	20.13
3.	20.0	37.5	6000	559	33.4	12.69	3.40	70.92	19.00
4.	21.0	38.0	4200	576	33.3	12.72	3.45	73.26	19.87
5.	23.5	37.5	5800	534	33.2	12.76	3.50	68.13	18.69
6.	22.0	38.5	5200	539	33.2	12.70	3.45	68.44	18.59
7.	22.0	38.0	4800	576	33.3	12.43	3.20	71.60	18.43
Mittel:	20.2	37.4	4685	571	—	12.59	3.37	71.89	19.20

Tabelle 10.

Ziege No. 39. Periode 5. Reizloses Mischfutter.

Datum 1906	Stalltemperatur °C.	Lebendgewicht kg	Wasserkonsum g	Milchmenge g	Spez. Gew. bei 15 °C.	Tr.-S. %	Fett %	Tr.-S. g	Fett g
Septbr.									
20.	12.0	36.5	1200	569	33.8	12.73	3.35	72.42	19.06
21.	13.0	36.5	1400	542	34.3	12.56	3.10	68.07	16.80
22.	12.0	36.8	1200	509	34.9	12.53	2.95	63.77	15.01
23.	13.0	37.0	1000	486	34.2	12.07	2.70	58.65	13.12
24.	12.0	37.0	1000	511	35.0	12.56	2.95	64.18	15.07
25.	12.0	37.0	1200	493	35.1	12.65	3.00	62.35	14.79
26.	14.0	37.0	—	492	34.2	13.24	3.70	65.13	18.20
27.	13.0	35.5	1800	487	33.8	13.26	3.80	64.57	18.50
28.	12.5	35.2	2400	422	34.0	13.25	3.75	55.91	15.82
29.	12.5	37.0	2200	462	34.2	13.83	4.20	63.88	19.40
30.	13.5	37.2	200	459	34.7	13.83	4.10	63.47	18.82
Oktbr.									
1.	12.5	36.0	800	420	34.6	13.52	3.85	56.78	16.17
2.	13.0	36.6	1200	474	34.8	13.51	3.80	64.03	18.01
Mittel:	12.7	38.1	1200	487	—	13.04	3.48	63.33	16.83

Tabelle 11a.

Ziege No. 28. Nach Depression korrigierte Mittelzahlen.

Milchmenge pro Tag g		Pro Tag produzierte Menge an: Trockensubstanz g	Fett g	Zucker g	Asche g	N g	Lebendgewicht kg
732	Periode 1. Reizlos . .	71.22	16.83	26.71	5.56	3.43	35.3
		100	23.6	37.5	7.81	4.82	
1046	Periode 2. Mf. + Fenchelaroma	104.60	25.10	39.23	7.43	5.24	36.6
— 2	Korrektur: 14. Juni bis 11. Juli = 27 Tage .	+ 1.12	+ 1.54	— 0.63	+ 0.09	—	
1044	Korrigiertes Mittel:	105.72	26.64	38.60	7.52	5.24	
		100	25.2	36.5	7.11	4.96	
737	Periode 3. Mf. reizlos .	68.90	13.63	28.01	5.38	3.40	37.4
— 5	Korrektur: 14. Juni bis 9. August = 56 Tage	+ 2.32	+ 3.20	— 1.30	+ 0.18	+ 0.03	
732	Korrigiertes Mittel:	71.22	16.83	26.71	5.56	3.43	
		100	23.6	37.5	7.81	4.82	
737	Periode 3. Mf. reizlos .	68.90	13.63	28.01	5.38	3.40	37.4
		100	19.8	40.7	7.81	4.93	
599	Periode 4. Mf. + Grasansicht	57.80	11.38	23.06	4.49	2.93	38.7
132	Korrektur: 9.—23. August = 14 Tage . .	10.92	2.75	5.32	0.81	0.28	
731	Korrigiertes Mittel:	68.72	14.13	28.38	5.30	3.21	
		100	20.6	41.3	7.71	4.67	
455	Periode 5. Mf. reizlos .	45.50	7.73	16.61	3.64	2.80	38.2
282	Korrektur: 9. August bis 8. Sept. = 30 Tage .	23.40	5.90	11.40	1.74	0.60	
737	Korrigiertes Mittel:	68.90	13.63	28.01	5.38	3.40	
		100	19.8	40.7	7.81	4.93	

Tabelle 11 b.

Ziege No. 39. Nach Depression korrigierte Mittelzahlen.

Milchmenge pro Tag g		Pro Tag produzierte Menge an: Trocken-substanz g	Fett g	Zucker g	Asche g	N g	Lebend-gewicht kg
550	Periode 1. Mf. reizlos .	71.22	23.10	22.55	4.56	3.28	34.7
		100	32.4	31.7	6.40	4.61	
645	Periode 2. Mf. + Fenchel	86.68	28.38	27.09	5.55	3.95	35.9
14	Korrektur: 19. Juni bis 11. Juli = 22 Tage .	1.76	1.40	0.02	0.15	0.03	
659	Korrigiertes Mittel:	88.44	29.78	27.11	5.70	3.98	
		100	33.6	30.6	6.43	4.49	
661	Periode 3. Mf. + Kochsalz	84.54	26.40	27.76	5.02	3.97	35.6
32	Korrektur: 19. Juni bis 8. August = 50 Tage	3.99	3.18	0.08	0.33	0.06	
693	Korrigiertes Mittel:	88.53	29.58	27.84	5.35	4.03	
		100	33.4	31.5	6.04	4.55	
571	Periode 4. Mf. + Arsen	71.66	19.41	24.27	5.08	3.57	37.4
47	Korrektur: 19. Juni bis 1. Septbr. = 74 Tage	5.91	4.71	0.11	0.49	0.09	
618	Korrigiertes Mittel:	77.57	24.12	24.38	5.57	3.66	
		100	31.1	31.4	7.18	4.72	
487	Periode 5. Mf. reizlos .	63.31	16.80	22.40	3.90	3.16	38.1
63	Korrektur: 19. Juni bis 26. Septbr. = 99 Tage	7.91	6.30	0.15	0.66	0.12	
550	Korrigiertes Mittel:	71.22	23.10	22.55	4.56	3.28	
		100	32.4	31.7	6.40	4.61	

Ertragsberechnungen.

Tabelle 12.

Ziege No.	Periode	Futter:	Milch g	Trocken-substanz g	Fett g	Zucker g	Asche g	Stickstoff g	Korrigierter Fettgehalt der Milch g	Zusammensetzung der Trockensubstanz: Fett %	Zucker %	Asche %	N %
		1. Vergleich der Erträge von Mf. + Fenchelaroma und Mf. reizlos.											
28	2	Mf. + Fenchelaroma	1044	105.72	26.64	38.60	7.52	5.24	2.55	25.2	36.5	7.11	4.96
28	1	Mf. reizlos	732	71.22	16.83	26.71	5.56	3.43	2.30	23.6	37.5	7.81	4.82
		Mf. + Fenchelaroma + oder — als Mf. reizlos	+ 312	+ 34.50	+ 9.81	+ 11.89	+ 1.96	+ 1.81	+ 0.25	+ 1.6	— 1.0	— 0.70	+ 0.14
		Mf. reizlos in Prozenten von Mf. + Fenchelaroma . . .	70.1	67.4	63.2	69.2	73.9	65.5	90.2	93.7	—	—	97.2
		2. Vergleich der Erträge von Mf. + Grasansicht und Mf. reizlos.											
28	4	Mf. + Grasansicht	731	68.72	14.13	28.38	5.30	3.21	1.93	20.6	41.3	7.71	4.67
28	3	Mf. reizlos	737	68.90	13.63	28.01	5.38	3.40	1.85	19.8	40.7	7.81	4.93
		Mf. + Grasansicht + oder — als Mf. reizlos	— 6	— 0.18	+ 0.50	+ 0.37	— 0.08	— 0.19	+ 0.08	+ 0.8	+ 0.6	— 0.10	— 0.26
		Mf. reizlos in Prozenten von Mf. + Grasansicht . . .	—	—	96.5	98.7	—	—	95.9	96.1	98.5	—	—

Noch Tabelle 12.

Ziege No.	Periode	Futter:	Milch g	Trocken-substanz g	Fett g	Zucker g	Asche g	Stickstoff g	Korrigierter Fettgehalt der Milch g	Zusammensetzung der Trockensubstanz: Fett %	Zucker %	Asche %	N %
		1. Vergleich der Erträge von Mf. + Fenchelaroma und Mf. reizlos.											
39	2	Mf. + Fenchelaroma	659	88.44	29.78	27.11	5.70	3.98	4.52	33.6	30.6	6.43	4.49
39	1	Mf. reizlos	550	71.22	23.10	22.55	4.56	3.28	4.20	32.4	31.7	6.40	4.61
		Mf. + Fenchelaroma + oder — als Mf. reizlos	+ 109	+ 17.22	+ 6.68	+ 4.56	+ 1.14	+ 0.70	+ 0.32	+ 1.2	— 1.1	+ 0.03	— 0.12
		Mf. reizlos in Prozenten von Mf. + Fenchelaroma . . .	83.5	80.5	77.6	83.2	80.0	82.4	92.9	96.4	—	99.5	—
		2. Vergleich der Erträge von Mf. + Kochsalz und Mf. reizlos.											
39	3	Mf. + Kochsalz	693	88.53	29.58	27.84	5.35	4.03	4.27	33.4	31.5	6.04	4.55
39	1	Mf. reizlos	550	71.22	23.10	22.55	4.56	3.28	4.20	32.4	31.7	6.40	4.61
		Mf. + Kochsalz + oder — als Mf. reizlos	+ 143	+ 17.31	+ 6.48	+ 5.29	+ 0.79	+ 0.75	+ 0.07	+ 1.0	— 0.2	— 0.36	— 0.06
		Mf. reizlos in Prozenten von Mf. + Kochsalz	79.4	80.4	78.1	81.0	85.2	81.4	98.4	97.0	—	—	—

Noch Tabelle 12.

Ziege No.	Periode	Futter:	Milch g	Trocken-substanz g	Fett g	Zucker g	Asche g	Stickstoff g	Korrigierter Fettgehalt der Milch g	Zusammensetzung der Trockensubstanz: Fett %	Zucker %	Asche %	N %
		3. Vergleich der Erträge von Mf. + Arsen und Mf. reizlos.											
39	4	Mf. + Arsen	618	77.57	24.12	24.38	5.57	3.66	3.90	31.1	31.4	7.18	4.72
39	1	Mf. reizlos	550	71.22	23.10	22.55	4.56	3.28	4.20	32.4	31.7	6.40	4.61
		Mf. + Arsen + oder — als Mf. reizlos	+ 68	+ 6.35	+ 1.02	+ 1.83	+ 1.01	+ 0.38	— 0.30	— 1.3	— 0.3	+ 0.78	+ 0.11
		Mf. reizlos in Prozenten von Mf. + Arsen	89.0	91.8	95.8	92.5	81.9	89.6	—	—	—	89.1	97.7
		4. Vergleich der Erträge von Mf. + Fenchelaroma und Mf. + Kochsalz.											
39	2	Mf. + Fenchelaroma	659	88.44	29.78	27.11	5.70	3.98	4.52	33.6	30.6	6.43	4.49
39	3	Mf. + Kochsalz	693	88.53	29.58	27.84	5.35	4.03	4.27	33.4	31.5	6.04	4.55
		Mf. + Fenchelaroma + oder — als Mf. + Kochsalz	— 34	— 0.09	+ 0.20	— 0.73	+ 0.35	— 0.05	+ 0.25	+ 0.2	— 0.9	+ 0.39	— 0.06
		Mf. + Kochsalz in Prozenten von Mf. + Fenchelaroma	—	—	99.3	—	93.9	—	94.5	99.4	—	93.9	—

Tabelle 18.

Zusammensetzung der Futtermittel.

		Trocken-substanz %	Roh-Nh. %	Fett %	Rohfaser %	N-freie %	Asche %	Rein-Nh. %	Stärke-wert %
Stroh	Roh-	100.00	2.80	1.42	48.98	39.52	7.28	2.44	—
	VC.	42.5	36.2	22.3	50.9	43.2	3.0	22.5	—
	Verdaul.	42.50	1.01	0.32	24.93	17.07	0.22	0.55	14.76
Strohstoff	Roh-	93.50	—	0.61	74.25	13.96	4.68	—	—
	VC.	60.0	—	—	61.1	23.8	—	—	—
	Verdaul.	56.10	—	—	45.37	3.32	—	—	26.02
Troponabfall	Roh-	88.24	75.49	0.23	8.00	0.56	3.96	74.08	—
	VC.	90.0	86.4	52.3	65.0	90.0	50.0	86.2	—
	Verdaul.	79.41	65.26	0.12	5.20	0.50	1.98	63.87	63.56
Stärke	Verdaul.	81.60	—	—	—	81.45	0.15	—	81.45

Zur Frage des Eiweissersatzes durch Amide.

Von

Dr. phil. KONRAD FRIEDLAENDER,
Assistent am agrikultur-chemischen Institut der Universität Breslau.

Im 47. Bande der Zeitschrift für Biologie hat B. VON STRUSIEWICZ eine ziemlich ausgedehnte Arbeit über den Nährwert der Amidsubstanzen mit besonderer Berücksichtigung der in den Rüben vorkommenden derartigen Stoffe veröffentlicht, in der er zu dem Schlusse kommt, dass „die Amidsubstanzen das wirkliche verdauliche Eiweiss in seiner vollen Leistung ersetzen können“. Auf Anregung von Herrn Prof. TH. PFEIFFER, dem ich dafür sowie für seine freundliche Unterstützung bei der Ausführung der Versuche auch an dieser Stelle ergebenst danke, habe ich mich zwecks Nachprüfung der erwähnten Resultate von STRUSIEWICZ mit der gleichen Aufgabe befasst.

Ich darf wohl vorausnehmen, dass ich zu ganz anderen Resultaten gelange, wie STRUSIEWICZ, und muss mich auf Grund meiner Ergebnisse dem Urteil PFEIFFERS[1]) anschliessen, dass die STRUSIEWICZschen Versuche „unter der Einwirkung besonderer Bedingungen gestanden haben, die nicht allgemein zur Geltung kommen“.

Wie eigenartig diese Bedingungen gewesen sein müssen, geht z. B. aus einem Vergleich der Lebendgewichte — deren Angabe nicht, wie PFEIFFER irrtümlich sagt, fehlt — mit den verfütterten Nährstoffmengen hervor. Die von STRUSIEWICZ benutzten Tiere wogen 51 kg resp. 57 kg, später sogar 8 kg mehr und erhielten im Futter Nährstoffmengen, die, was den Stickstoff anbelangt, ungefähr den 3. Teil einer Normalration darstellen.

---

[1]) Mitteilung d. landw. Inst. Breslau Bd. 3, Heft 5.

Hammel I erhielt und verdaute in der 3. Periode z. B. folgende Nährstoffmengen in Gramm (Tabelle XVI l. c.).

	Trockensubstanz	Organ. Substanz	Gesamt-Protein	Echt Protein	Fett	Rohfaser	Kohlehydrat
Heu (150 g) . . .	131.85	118.60	17.41	15.21	3.45	33.30	64.44
Stroh (150 g) . . .	133.09	122.38	3.95	3.60	2.58	51.00	64.85
Rüben (400 g) . .	369.04	346.01	21.01	11.60	1.36	22.80	300.84
Zucker (200 g) . .	195.12	192.06	(2.54)	—	—	—	189.52
Summa:	829.10	779.05	44.91	30.41	7.39	107.10	619.65
Rückstand	41.30	38.43	1.09	0.76	0.32	9.90	27.12
	787.80	740.62	43.82	29.64	7.06	97.20	592.53
Im Kot	236.01	202.72	27.29	—	7.43	74.63	93.37
Verdaut	551.79	537.90	16.63	—	— 0.37	22.57	499.16
Pro 1000 kg in Kilogramm	10.670	10.600	0.327	—	— 0.007	0.436	9.250

Ich habe versucht, daraus den Stärkewert der verdauten Nährstoffmengen zu berechnen, und komme unter Zugrundelegung der Annahme, dass vom Heu und Stroh etwa normale Mengen verdaut worden sind, zu folgenden Zahlen:

		Stärkewert	
Verdaut Kohlehydrat . . .	499.2 g	499.0 g	
ab für 446 g Rohrzucker	$\left(1 - \frac{179}{236.100}\right) = \frac{242}{1000}$	108.0 „	391 g
Rohfaser	22.6 g	23.0 g	
ab für 97.2 g Ges.-Rohfaser	$\left(\frac{136}{236}\right) = 0.576$	56.0 „	— 23 „
Eiweiss.	16.6 g à 0.94		16 „
		Summa:	384 g
		pro 1000 kg	7.6 kg.

Da die Norm (Erhaltungsfutter nach Kellner für gröbere Wollschafe) 1000 g verdauliches Eiweiss und 8300 g Stärkewert beträgt, so erhielt der Hammel pro 1000 kg Lebendgewicht ca. 600 g Stärkewert und 673 g Eiweiss zu wenig, wobei noch nicht einmal berücksichtigt ist, dass die 2.54 g Nitrat-Stickstoff

des Rohrzuckers als absolut unproduktiv von der verdauten Stickstoffmenge abgezogen werden müssten. Selbst ohne diese Korrektur ist ein Eiweissansatz von 0.352 g N pro Tag vollkommen unverständlich oder wir haben in den Rübenamiden einen Nährstoff von ungeahnter Produktionskraft vor uns.

Es sei mir gestattet, auch die 6. Periode, auf die STRUSIEWICZ besonderes Gewicht legt, zu betrachten. Die Hammel, deren Gewicht durch eine eingelegte Mastperiode auf 58.9 kg resp. 65 kg im Mittel gestiegen war, erhielten 200 g Heu, 200 g Stroh und eine Mischung aus 250 g Stroh und 500 g Melasse. Nach Tabelle XXXIV l. c. erhielt und verdaute Hammel I in Gramm:

	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Gesamt-Protein	Echt Protein	Fett	Rohfaser	Kohlehydrat
Heu	173.28	159.78	22.88	19.94	4.52	48.78	88.60
Stroh	177.20	161.78	3.64	3.40	3.54	71.28	83.32
Melassestroh	574.50	522.96	56.92	18.67	4.57	83.32	378.15
Summa:	924.98	844.52	83.44	32.01	12.63	198.38	550.07
Im Kot	300.50	265.42	36.10	—	8.47	91.57	129.01
Verdaut	624.48	579.10	47.34	—	4.16	106.63	420.97
Pro 1000 kg in Kilogramm	10.600	9.830	0.804	—	0.070	1.980	7.150

		Stärkewert	
Verdaut Kohlehydrat	421 g	421 g	
ab für 270(?) g Rohrzucker		65 „	356 g
Rohfaser	106.6 g	107 g	
ab für 198.4 g Ges.-Rohfaser		114 „	— 7 „
Eiweiss	47.4 g		45 „
Fett	4.2 „		8 „
		Summa:	402 g
		pro 1000 kg:	6.8 kg.

Bei der Berechnung der Stärkewerte macht die richtige Bewertung des Rohrzuckers Schwierigkeit, da sich aus den angegebenen Zahlen schwer eine annähernde Übereinstimmung mit

den bekannten Verdauungskoeffizienten konstruieren lässt; ich habe daher angenommen: 500 g Melasse = 300 g Zucker zu 90 % verdaulich = 270 g und komme damit auf 6.8 kg Stärkewert. Die Ration bleibt also immer noch stark unter der Norm und der ausgewiesene hohe N-Ansatz von 1.768 g pro Tag ist kaum verständlich, wenn nicht vielleicht grade bei der Melassefütterung noch unbekannte Nebenumstände mitsprechen.

Wegen der allgemeinen Bedeutung und auch besonders der praktischen Wichtigkeit dieser Frage habe ich mir diese Periode gewählt, um an ihr die STRUSIEWICZschen Angaben nachzuprüfen. Ehe ich an die Darstellung meiner Versuche herangehe, sollen die seither erschienenen Arbeiten, die ein ähnliches Thema behandeln, noch eine kurze Würdigung erfahren.

W. VÖLTZ[1]) hat in einer seiner Arbeiten den Beweis zu erbringen versucht, dass Gemische von Amiden erheblich besser wirken als die betreffenden Amide für sich allein. Diese Arbeit hat von KELLNER[2]) eine scharfe Zurückweisung erfahren und VÖLTZ[3]) versucht an anderer Stelle seine Schlüsse zu rechtfertigen — ich glaube nicht mit Glück. Dass das Versuchstier nicht immer gleich viel verdaut, ist eine Tatsache, die einfach hingenommen werden muss, und dass Stoffe wie essigsaures Ammoniak, Azetamid etc. den Stickstoffzerfall in gewisser Weise erhöhen können, ist auch nicht so unglaublich, als dass es die von KELLNER gerügte Korrektur rechtfertigt. Nach Tabelle VIII auf S. 432 l. c. bewegt sich die Differenz zwischen dem gegen die Grundfutterperiode mehr ausgeschiedenen und dem mehr verdauten Stickstoff zwischen 0.260 und 0.410 g N, also zwischen mässigen Grenzen, und ist beim Amidgemisch nahezu gleich der beim Asparagin und beim essigsauren Ammoniak gefundenen. Ein Unterschied in der Wirkung scheint auch mir sich daraus nicht ableiten zu lassen. Wenn nun in der letzten Grundfutterperiode die Resorption um 0.460 g N = 13 % gegenüber der 1. Periode zurückbleibt, so muss, glaube ich, bei einer immerhin schmalen Kost der N-Ansatz um ungefähr denselben Wert sinken: Er sinkt tatsächlich von 0.5 g auf 0.01 g pro Tag. Vielleicht

---

[1]) Archiv für Physiologie Bd. 112, 1906, S. 413.
[2]) „ „ „ „ 113, 1906, S. 480.
[3]) „ „ „ „ 115, 1906, S. 452.

können die hier zutage getretenen Schwierigkeiten veranlassen, dass statt eines Tieres künftig 2 benutzt werden, wobei es ersichtlich wäre, ob derartige Differenzen auf die Eigenart des Tieres oder des Futters zurückzuführen wären. Die am Schlusse der Arbeit aufgestellten Behauptungen scheinen mir jedenfalls mit Ausnahme der sub 2 noch nicht genügend bewiesen.

Ich bin noch einmal auf diese Arbeit eingegangen, weil 2 Arbeiten neueren Datums desselben Verfassers scheinbar auf derselben Grundlage aufgebaut sind, und zwar seine Versuche über Betain[1]) und Melasse.[2]) In der Betainarbeit stellt sich heraus, dass Betain unter Umständen schädlich — durch Steigerung des Eiweisszerfalls — jedenfalls aber indifferent wirkt, in der Melassearbeit dagegen sollen sich die Melasseamide dem Eiweiss völlig gleichwertig erwiesen haben. Nun sagt Völtz aber selbst, dass die Melasse in ihren stickstoffhaltigen Bestandteilen sehr viel Betain enthält, und wenn das Betain hier anders gewirkt haben soll, als wie in der Betainarbeit beschrieben, so scheint mir, lässt sich das nur auf den genannten Grund zurückführen. Es ist aber manches unerklärte Moment in den Völtzschen Angaben zu finden; zunächst scheinen mir die beiden Perioden mit Kartoffelzulage gar nicht beweiskräftig zu sein. Für den Kartoffelstickstoff findet sich stets ein Wert von 1.05 g eingesetzt, was die Vermutung sehr nahe legt, als ob nur eine sogen. Durchschnittsprobe genommen und analysiert worden sei, deren Stickstoffgehalt gleichmässig überall eingesetzt worden ist. Dass ein solches Verfahren hier, wo schon ein Mehr- oder Mindergehalt von 0.02 % Stickstoff die Stickstoffbilanz umkehren kann, nicht am Platze ist, liegt auf der Hand. Die 5. Periode passt Völtz nun gar nicht; anerkennswerterweise schliesst er sie zwar nicht völlig von der Berücksichtigung aus, aber er bricht sie in dem Momente ab, wo er eine Störung seiner Ergebnisse befürchtet. Er spricht zwar von einer Verdauungsdepression, die das Wohlbefinden des Tieres herabgesetzt hat, allein, es ist kaum einzusehen, woher dieselbe bei einer im Durchschnitt niedrigeren Melassegabe — 560 g statt 600 g — plötzlich kommen sollte. Wäre es nicht denkbar, dass jetzt — ich möchte sagen gewaltsam — eine Entfernung der vorher

---

1) Archiv für Physiologie Bd. 116, 1907, S. 307.
2) „ „ „ „ 117, 1907, S. 541.

zurückgehaltenen Amide aus dem Körper stattfindet und dadurch das Wohlbefinden des Tieres gestört wird? Es ist sehr bedauerlich, dass Völtz nicht etwaige Nachausscheidungen nach Abbruch der Periode beobachtet hat, die event. darüber hätten Aufschluss geben können. Auch darüber, ob der Zustand des Tieres bald wieder ein normaler wurde, sagt Völtz nichts. Noch auf einen Punkt sei hingewiesen, der wenigstens eine Erklärungsmöglichkeit bietet: Nach Aufhören der Kartoffelfütterung geht es ohne Zwischenperiode weiter. Durch das plötzliche Fehlen der wasserhaltigen und verdauungsbefördernden Kartoffeln wird der Gesamtdarminhalt ein grösserer, indem die Kotausscheidungen nachlassen. Bei dem Fehlen jeglicher Angaben über die ausgeschiedene Kottrockensubstanz lässt sich das natürlich nur vermuten, aber die geringe Menge Stickstoff, die in den ersten Tagen nach Aufhören der Kartoffelfütterung zur Ausscheidung gelangt, macht diese Auffassung immerhin nicht unwahrscheinlich. Erst am 3. Tage ungefähr lässt sich die Einwirkung der reinen Melassefütterung erkennen, und wenn man infolgedessen die ersten 3 Tage ausschaltet und dann die 4. und 5. Periode kombiniert, so würde sich unter Berücksichtigung dessen, was ich oben über den vorzeitigen Abbruch dieser Periode gesagt habe, wahrscheinlich ein ganz anderes Resultat ergeben.

Ein gewisses Interesse beansprucht noch eine Arbeit von H. Lüthje:[1]) „Zur Frage der Eiweisssynthese". Lüthje füttert Kaninchen mit Kartoffelamiden, die er eiweissfrei gemacht hat, und zwar mit verschiedenen Mengen. Leider fehlen genaue Bilanzen, so dass nur konstatiert werden kann, dass das Tier nach geraumer Zeit an Eiweisshunger zugrunde geht. Insgesamt, gibt Lüthje an, hat das Tier in den 69 Versuchstagen 75.72 g N oder pro Tag 1.09 g erhalten. In einer Kontrollperiode erhält das Tier in 44 Tagen 47.3 g N = 1.07 g pro Tag, aber diesmal in Form künstlich gewonnenen Kartoffeleiweisses, und es zeigt sich, dass das Tier am Leben bleibt und sogar 27 g zunimmt. Dem ausgewiesenen Stickstoffansatz von in Summa 3.3 g will ich keinen so bedeutenden Wert beilegen, da die Methode der Harnanalysierung alle 8 Tage — über die Art und Weise, wie der Kot behandelt wurde, findet sich keine

[1]) Archiv für Physiologie Bd. 113, 1906, S. 547.

Angabe — mir nicht einwandfrei erscheint; auch gegen die sogen. $^1/_5$ n. Schwefelsäure hege ich einige Bedenken. Der Schluss Lüthjes, „dass es nicht gelingt, den Eiweissbedarf eines Kaninchens mit den Spaltungsprodukten desjenigen Eiweisskörpers zu decken, der, ungespalten verfüttert, ein Kaninchen im Stickstoff- und Körpergleichgewicht hält", kann aber wohl anerkannt werden.

Weiterhin untersucht Lüthje, ob es möglich ist, mit Kartoffeln und Rüben ohne jedes Beifutter Kaninchen am Leben zu erhalten, und konstatiert auch hier, dass die Tiere an Eiweisshunger zugrunde gehen, obwohl die Kartoffeln und Rüben, wie er ausdrücklich hervorhebt, „Stickstoff an sich genug enthalten". Die Amide erweisen sich also hier als völlig unfähig zur Erhaltung des Stickstoffgleichgewichts und vermögen nicht einmal den Hungertod hinauszuschieben, wie Lüthje an einem anderen Versuche zeigt, wo ein Tier trotz einer Gesamtnahrung von nur 3.63 g N doch 52 Tage am Leben bleibt, also fast so lange wie vorher mit 75 g Amid-N. Da sich hierin eine Unstimmigkeit mit der seinerzeit von Loewi[1]) beobachteten Eiweisssynthese, eine Arbeit, die den Ausgangspunkt für die Untersuchungen Lüthjes geliefert hat, ergibt, wiederholt Lüthje Loewis Versuche und bestätigt sie, falls zu den stickstoffhaltigen Verdauungsprodukten, die gereicht werden, Kohlehydrat in ausreichender Menge zugegeben wird, konstatiert aber stets einen Stickstoffverlust, wie Loewi auch teilweise, wenn er Kohlehydrat durch Fett ersetzt. Danach scheint ihm die scheinbare Eiweisssynthese nur eine Retention eines „Amidozuckers" oder einer ähnlichen Verbindung zu sein. Leider sagt Lüthje nichts darüber, wie lange diese Retention anhält und wann dieser retinierte Stickstoff den Körper wieder verlässt.

Versuchsergebnisse, die dem Befunde Lüthjes, dass nur bei reichlicher Kohlehydratzugabe ein Stickstoffansatz durch die Amide erzielt werden kann, widersprechen, veröffentlicht Müller[2]) kürzlich in seiner Arbeit: Untersuchungen über die Nährwirkung im Heu enthaltener „Nichteiweisse". Müller vergleicht die Zulage von aus Heuabsud gewonnenem Amid und von Albumin

[1]) Archiv f. exp. An. u. Pharm. Bd. XLIV.
[2]) Journal für Landwirtschaft 1907, S. 123.

zu einem ausreichenden Grundfutter und kommt, obwohl die absoluten Zahlen für den Stickstoffansatz sehr differieren, doch zu dem Schlusse, dass im Verhältnis zu der geringen Verdaulichkeit der Amide die durch die Zulagen erzielten Ansätze bei beiden Stoffen gleich seien. Ich möchte hierbei aber Gelegenheit nehmen, auf die oft zu beobachtende Tatsache hinzuweisen, dass die Sicherheit von Analysenzahlen über ihren tatsächlichen Wert eingeschätzt wird, und gerade in dieser Arbeit zeigt sich, dass die als Unterlage für die Schlüsse dienenden Zahlen längst innerhalb der Fehlergrenzen liegen. Es ist bei chemischen Analysen doch wohl üblich, die Zahlen so anzugeben, dass die vorletzte Stelle als sicher, die letzte hingegen als unsicher zu gelten hat. MÜLLER hat sich aber darüber hinweggesetzt und gründet seine Schlussfolgerungen auf Stickstoffansätze, die mit 0.05 g, 0.09 g, 0.07 g pro Tag gegenüber dem Mittel der Vorperioden ausgewiesen werden; sein ganzer Stützpunkt ist also gerade die letzte Stelle seiner Analysenbefunde. Betrachten wir aber einmal die Möglichkeit, die letzte Stelle entsprechend den $^1/_{100}$ g Gesamt-N, im Harn z. B., sicher zu bestimmen. Es sollen — ich greife eine beliebige Zahl heraus — 3.61 g Gesamt-N im Harn mit Sicherheit bestimmt werden.

Die verwandte Menge betrage 20 ccm = $^1/_{100}$ der auf 2 l aufgefüllten Harnmenge.

Säurevorlage 25 ccm ca. $^1/_8$ n. Schwefelsäure, die 42.76 ccm Lauge entsprechen; 1 ccm Lauge ist gleich 0.002489 $\pm$ 0.000005 g N. Zum Zurücktitrieren müssen theoretisch 38.26 ccm Lauge verbraucht werden, damit die Differenz 14.50 $\times$ Titer 0.0361 g N ergibt. Wie jeder weiss, sind aber Differenzen von $^1/_{10}$ ccm bei der Titration nie zu vermeiden, die das Resultat wie folgt beeinflussen würden:

14.60 $\times$ Titer = **0.0363** g N.
14.40 $\times$ „ = **0.0358** „ „

Das zeigt die Grenze an, bis zu der wir unseren Analysenbefunden trauen dürfen; was darüber ist, das ist vom Übel.

Ich habe das Beispiel auch für die im hiesigen Institut mit ganz besonderer Sorgfalt für Spezialzwecke gestellte ca. $^1/_{11}$ n. Säure berechnet.

Vorlage 50 ccm, 25 ccm Säure = 40.97 ccm Lauge, 1 ccm Lauge = 0.0007612 ± 0.0000006 g N. Zum Zurücktitrieren nötig 34.52 ccm Lauge.

Differenz = 47.42 × Titer = 0.03610 g.
47.50 × „ = 0.03617 „
47.32 × „ = 0.03602 „

Selbst mit dieser für N-reichen Harn gar nicht benutzbaren Säure ist also die gewünschte Genauigkeit nicht zu erreichen. Die sogen. N-Ansätze, die Müller konstatiert hat, sind also höchst problematisch und können jedenfalls nicht als Grundlagen für weitgehende Schlüsse dienen.

Derselbe Verfasser veröffentlicht in Pflügers[1]) Archiv Untersuchungen über die Wirkung des Asparagins auf den Stickstoffumsatz und -Ansatz des Tierkörpers, wobei er, entsprechend den Lehmannschen Befunden,[2]) bezüglich der Wirkung von freiem und eingehülstem Asparagin zu dem gleichen Resultat gelangt und fernerhin findet, dass die gleichen Mengen Stickstoff im Asparagin in Hüllen und im Blutalbumin „fast gleich günstig" auf den Ansatz wirken. Nach den von ihm angegebenen Zahlen hätte man erwarten sollen, dass es „völlig gleich günstig" geheissen hätte, da unter Berücksichtigung der Nachwirkung das Albumin einen Ansatz von 3.500 g, das eingehülste Asparagin sogar einen solchen von 3.523 g hervorgerufen hat. Das Asparagin hat sich sogar dem Albumin noch um eine Kleinigkeit überlegen gezeigt, und es muss auffallen, dass Müller das nicht konstatiert. Er scheint aber den Zahlen doch nicht ganz zu trauen, denn er sagt, dass ein solcher „Schluss zu weit gehend" sei, und dass man die Resultate aus 10tägigen Versuchsreihen keineswegs auf monate- und jahrelange Fütterung übertragen kann, d. h. m. a. W., dass das Asparagin nur unter gewissen, noch nicht näher bekannten Umständen einen Stickstoffansatz oder eine Stickstoffretention hervorrufen kann. Ich möchte nur noch auf einen Punkt hinweisen, der die angegebenen Stickstoffansätze etwas unsicher macht: Überall nämlich, wo ein Stickstoffansatz durch Asparagin konstatiert wird, ist es die geringe Menge Harnstickstoff des ersten Versuchstages, die den Wert für den Ansatz in die Höhe treibt.

---

[1]) Archiv für Physiologie Bd. 117, 1907, S. 497.
[2]) „ „ „ „ 112, 1906, S. 339.

	N im Harn des 1. Tages	Mittel aus den 4 folgenden Tagen	Am 1. Tage weniger
	g	g	g
I. Asparagin-Periode . . .	3.090	3.250	0.160
II. „ . . .	3.697	4.066	0.369
III. „ . . .	3.217	3.420	0.203
IV. „ . . .	3.987	4.306	0.329

Bei den geringen Abweichungen, die die Mittelzahlen sonst voneinander zeigen, sind das Unterschiede, die nicht bedeutungslos bleiben können. Es scheint mir infolgedessen nötig zu sein, den 1. Tag ganz auszuschalten, wodurch allerdings die Periode so kurz wird, dass sie auch dann keine Beweiskraft mehr beanspruchen kann. Jedenfalls zeigt es sich hier deutlich, dass auch bei Versuchen mit Hunden Vorfütterungstage einzuschalten sind, wenn nicht die N-Bilanz unrichtig beeinflusst werden soll. Auf diese Weise wird das Bild sehr zu ungunsten des Albumins verändert, und der leise Zweifel, den MÜLLER, wie oben erwähnt, selbst an der Beweiskraft seiner Schlussfolgerungen äussert, findet in diesem Mangel eine nicht unbedeutende Stütze. Was die verschiedene Wirkung von freiem und eingeschlossenem Asparagin anbelangt, so scheint sich allerdings ein kleiner Vorteil für das eingehülste zu ergeben, obwohl das in einem gewissen Widerspruch mit der von MÜLLER vertretenen „Bakterieneiweiss-Theorie“ steht. Zweifellos ist doch das eingehülste Asparagin vor der Bakterienwirkung besser geschützt als das freie, und was aus den Hüllen herausresorbiert wird, dürfte in der Hauptsache unangegriffenes Asparagin sein; das freie Asparagin dagegen unterliegt der Einwirkung der Bakterien in hohem Grade, und man sollte meinen, dass darum das freie Asparagin, das von den Bakterien in Eiweiss verwandelt worden ist, bei der absolut genommen fast gleichen Menge, welche das Tier von beiden verdaut hat, besser wirkt als das eingehülste; das Gegenteil davon ist aber der Fall. Ich glaube, die Meinung MÜLLERS, dass solche kurze Versuche noch nicht unbedingt ausschlaggebend sind, die er oben bezüglich der Gleichheit der Wirkung von Albumin und eingehülstem Asparagin geäussert hat, sollte auch auf die Frage nach dem Unterschied in der Wirkung zwischen freiem und eingehülstem Asparagin Anwendung finden.

Ich gehe nunmehr zu meinen eigenen Versuchen über.

Als Versuchstiere dienten zwei 2- bis 3jährige Hammel des Landschlages von ca. 30 kg Gewicht, die in der üblichen

Weise in Zwangsställen Aufstellung fanden. Die Harn- und Kotentnahme fand morgens um 8 Uhr vor der Fütterung statt und ebenso wurden die Lebendgewichts-Bestimmungen vor der Fütterung ausgeführt. Der Harn wurde auf 2 l aufgefüllt und je 20 ccm sofort analysiert. Der Kot wurde frisch gewogen, gemischt, der 10. Teil mit 15 ccm 10 %iger Salzsäure versetzt, bei 70 ° getrocknet und wiederum gewogen, um am Ende jeder Periode gemahlen und analysiert zu werden. Im allgemeinen wurde jede Analyse 3fach ausgeführt und das Mittel genommen. Differenzen von ca. 0.4 ccm Lauge kamen trotz der Homogenität der zur Analyse verwandten Substanzen doch recht oft vor; die zuletzt angegebene Stelle bei den Analysenbefunden ist daher als unsicher zu betrachten. Die Eiweissbestimmungen wurden nach Stutzer, die Rohfaseranalysen mit der zwar gut gehenden, aber nicht recht genauen Methode mittelst Porzellan-Nutsche und Papierfilter ausgeführt. Besonders die Rohfaserbestimmungen im Kot scheinen mir meist zu niedrige Werte geliefert zu haben, weil sonst die aus dem Torf verdaute Rohfasermenge ziemlich beträchtlich sein würde; auf das Hauptergebnis der Versuche hat dieser Umstand natürlich keinen Einfluss. Das Lebendgewicht wurde durch drei an 3 aufeinander folgenden Tagen ausgeführte Wägungen bestimmt.

Falls die in 500 g Melasse enthaltenen Amide nun wirklich das Eiweiss zu vertreten imstande waren, musste bei einem dem von Strusiewicz verabreichten ähnlichen Futter ein Stickstoffansatz bei meinen leichten Tieren sicher zu erwarten sein. Auch der Umstand, dass ich die Melasse mit Torfgemisch verfütterte, dürfte zu einem Einwand nicht berechtigen, da die diätetische Wirkung des Torfs als Zusatz zur Melasse wohl erwiesen ist und eine etwaige Zurückhaltung gelöster Nährstoffe bei der reichlichen Ration, die zur Verfügung stand, nicht in Betracht kommen kann. Auch ein Zurückhaltungsvermögen des Torfes für Salze scheint mir in Übereinstimmung mit Pfeiffer[1]) und Einecke bei der Torffütterung obzuwalten.

Der Fütterungsplan war folgender: Zunächst sollte die Wirkung der Melasseamide bei sonst sehr stickstoffarmer Nahrung festgestellt werden, und zwar unter Steigerung der Gaben bis an die Grenze der Aufnahmefähigkeit der Tiere. Unter Bei-

---

[1]) Mitteilungen des landw. Instituts der Universität Breslau Heft 7.

behaltung der erreichten Melassegabe sollte dann die Wirkung einer Zulage von Asparagin und Aleuronat beobachtet werden, die einen Rückschluss auf die Art der Wirkung der Melasseamide gewähren konnte. Falls nämlich diese Amide, die ich fortan unter dem Sammelnamen Betain zusammenfassen will, obwohl ich mir bewusst bin, dass keineswegs aller Amidstickstoff der Melasse aus Betain[1]) besteht, falls also Betain Eiweiss ersetzen kann, so wird die Wirkung des Asparagins geringfügig sein, weil wir wissen, dass es nur beim Mangel an Zellenbaumaterial und vielleicht auch da nur indirekt in Wirksamkeit tritt. Ebenso wird Aleuronat keinen bemerkenswerten Stickstoffansatz mehr hervorrufen können. Im anderen Falle, wenn das Betain Eiweiss nicht zu ersetzen vermag, wird vielleicht die Wirkung einer Asparaginzulage deutlicher werden und Aleuronat muss einen evidenten Unterschied gegenüber der Betainperiode in der Stickstoffbilanz hervorrufen. Dieser Plan wurde im grossen und ganzen durchgeführt, nur mit der Einschränkung, dass es unmöglich war, bei der Höchstgabe von Melasse zu verbleiben, ohne das Resultat der ganzen Untersuchung zu gefährden. Wenn ich von der verunglückten 3. Periode (1. Asparaginperiode) absehe, waren 4 Fütterungsperioden mit entsprechenden Vorperioden nötig. Nach der 2. Periode musste eine längere Erholungspause mit ausschliesslichem Heufutter eingeschoben werden, um die arg abgekommenen Tiere wieder etwas heraufzufüttern.

I. Periode.

Die Tiere erhielten folgendes Futter:

200 g Wiesenheu,
500 „ Melasse,
125 „ Torf,
Wasser ad libitum.

Die Torfmelasse wurde täglich aus grüner Melasse und gesiebtem Torf frisch bereitet und stellt in der angegebenen Zusammensetzung eine fast trockene Masse dar, die von den Tieren gern gefressen wurde; das Heu war von ziemlich schlechter Beschaffenheit und wurde grob geschnitten gereicht. Die Zusammensetzung der Futtermittel wurde beim Heu in einer bei

[1]) Nach Untersuchungen von STANNECK (Zentralbl. f. Agrikulturchemie 36. Jahrg., 1907, S. 142) enthält die Melasse 6.70 % Betain.

der Abwägung in die Blechkästen für die Tagesration entnommenen Durchschnittsprobe festgestellt, bei Melasse und Torf in einer aus den Vorratsgefässen nach guter Mischung gewonnenen Probe. Alle Analysen wurden mehrfach kontrolliert. Die prozentische Zusammensetzung war folgende:

Trocken-substanz	Organ. Substanz	Gesamt-Protein	Äther-extrakt	N-freie Extrakt-stoffe	Rohfaser	Eiweiss
1. Heu.						
87.05	81.45	8.08	2.93	44.95	25.50	6.13
2. Torf.						
89.72	88.62	2.75	1.30	33.12	51.70	2.64
3. Melasse.						
75.99	69.00	9.50	—	59.50	—	0.95

Nachdem die Tiere einige Tage langsam steigende Torfmelassegaben erhalten hatten, bekamen sie vom 28. November an die obige Ration. Am 2. Dezember wurde mit dem Sammeln des Harns begonnen; die Ausscheidungen an Harnmenge und Harnstickstoff sind in Tabelle I zusammengestellt.

Tabelle I.

Datum:	Hammel I:		Hammel II:	
	Harnmenge g	Harn-Gesamt-N g	Harnmenge g	Harn-Gesamt-N g
2. Dezember . . .	799	5.74	1143	5.69
3. „ . . .	948	5.66	1468	5.72
4. „ . . .	1120	5.59	1396	5.81
5. „ . . .	1054	6.19	—[1]	—[1]
6. „ . . .	1188	6.13	—[1]	—[1]
7. „ . . .	1166	5.78	1117	6.06
8. „ . . .	985	6.91	1426	6.03
9. „ . . .	957	6.06	1361	5.44
10. „ . . .	988	5.73	985	5.66
Total:	9205	53.79	8896	40.41
Pro Tag	1022.8	5.98	1271	5.77

[1]) Harn vergossen.

An Kot wurden folgende Mengen ausgeschieden in Gramm:

Tabelle II.

Datum:	Hammel I:		Hammel II:	
	Kot frisch	Kot trocken	Kot frisch	Kot trocken
2. Dezember . . .	971	260	958	255
3. „ . . .	667	196	1081	297
4. „ . . .	904	278	986	302
5. „ . . .	773	245	988	267
6. „ . . .	884	270	875	247
7. „ . . .	825	262	847	261
8. „ . . .	890	279	880	275
9. „ . . .	854	247	864	(258) etwas verschüttet
10. „ . . .	796	262	822	256
Total:	7664	2299	8301	2160 + (258)
Pro Tag	851.5	255.4	922.3	270.0

Die prozentische Zusammensetzung der beiden Kote war in lufttrockenem Zustande folgende:

Tabelle III.

	Trocken-substanz	Asche	Gesamt-N	Äther-extrakt	N-freie Extraktstoffe	Rohfaser
Hammel I	92.0	10.93	2.16	2.2	35.8	25.5
„ II	93.0	10.71	2.16	2.4	33.3	33.2

Eiweiss-N war im Kot I 74.40 %, im Kot II 70.04 % des Gesamt-N vorhanden.

Die Verwertung der Nährstoffe und die Stickstoffbilanz s. Tabellen IV und V (Angaben in Gramm).

Tabelle IV.

	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Gesamt-Protein	Äther-extrakt	N-freie Extraktstoffe	Rohfaser
Hammel I (Gewicht 29.3 kg).						
Heu	174.1	162.9	16.16	5.86	89.9	51.0
Torf	112.1	110.7	3.44	1.30	41.4	64.6
Melasse	380.0	345.0	47.50	—	297.5	—
Summa:	666.2	618.6	67.10	7.16	428.8	115.6
Kot	235.0	207.1	34.50	5.87	91.6	75.1
Verdaut:	431.2	411.5	32.60	1.29	337.2	40.5
Pro 1000 kg in Kilogramm	14.7	14.0	1.11	0.04	11.5	1.7
Hammel II (Gewicht 28.5 kg).						
Futter	666.2	618.6	67.10	7.16	428.8	115.6
Kot	251.1	222.2	36.50	6.03	90.1	89.6
Verdaut:	415.1	396.4	30.60	1.13	338.7	26.0
Pro 1000 kg in Kilogramm	14.5	13.9	1.07	0.04	11.9	0.9

Stärkewerte im Mittel:[1]			Stärkewert
Verdaut Kohlehydrat 338 g	=	338 g	
ab für 271 g Rohrzucker	=	66 „	272 g
Rohfaser 33 g	=	33 g	
ab für 115.6 g Gesamt-Rohfaser	=	67.6 „	— 34 „
Rohprotein 32.6 g	=		31 „
Fett 1.2 g	=		3 „
		Summa:	272 g
		pro 1000 kg:	9.3 kg.

[1]) Berechnet nach Kellner:

200 g Heu	=	47.4 g
500 „ Melasse	=	240.0 „
	Summa:	287.4 g = 9.81 kg.

Von letzterer Zahl wäre noch ein gewisser Wert für die Torf-Rohfaser in Abzug zu bringen, so dass er in der Tat dem gefundenen nahe kommt.

Tabelle V.

	Hammel I:			Hammel II:		
	Gesamt-N	Eiweiss-N	Amid-N	Gesamt-N	Eiweiss-N	Amid-N
Einnahme	10.74	3.32	7.42	10.74	3.32	7.42
Ausgabe im Kot	5.52	4.01	1.51	5.84	4.09	1.75
Verdaut:	5.22	— 0.69	5.91	4.90	— 0.77	5.67
Ausgabe im Harn. . . .	5.98	—	—	5.77	—	—
N-Verlust:	**0.76**	—	—	**0.87**	—	—

Aus den mitgeteilten Zahlen geht mit befriedigender Übereinstimmung hervor, dass der Amidstickstoff einen ziemlich bedeutenden N-Verlust nicht hintan zu halten vermocht hat. In der Stickstoffbilanz scheint mir ein recht beachtenswertes Faktum das Überwiegen des Eiweissstickstoffes im Kot zu sein. Wenn auch von der gefundenen Zahl der Wert für den Stoffwechselstickstoff abzuziehen ist, so ist doch sicherlich der verfütterte Eiweissstickstoff des Heus zu 50 % verdaulich, und die Frage bleibt offen, wo das Eiweiss im Kot herkommt. Ich glaube hier einen neuen Beweis für die Ansicht Hagemanns zu haben, dass im Darm Amidstickstoff in Eiweissstickstoff übergeht, und zwar durch die Vermittlung von Bakterien, die das leicht lösliche Amid dem, wenn auch schon abgebauten, doch immer noch schwer löslichen Eiweiss vorziehen. Es ist immerhin möglich, dass hierin ein gewisser „Wert“ der Amidsubstanzen liegt, aber noch lange kein Eiweisswert; denn wenn behauptet wird, dass dieser aus den Amiden durch die Bakterientätigkeit erzeugte Eiweissstickstoff nachher in einem anderen Darmabschnitt resorbiert wird, so weise ich darauf hin, dass Resorption lebenden Eiweisses nicht stattfindet, andererseits kein Grund für ein plötzliches „Bakteriensterben“ festgestellt ist. Der Versuch Müllers,[1]) die Aufnahmefähigkeit des Organismus für das Bakterieneiweiss experimentell nachzuweisen, ist deshalb nicht ausschlaggebend, weil das Eiweiss hier vorher abgetötet worden war; ich verweise auch auf die schon oben kritisierte Un-

[1]) Pflügers Archiv für Physiologie Bd. 112, 1906, S. 245.

stimmigkeit dieser Ansicht mit der Theorie von der besseren Wirkung des eingehülsten Asparagins. Ob eine etwaige Sekretion von Eiweiss und Pepton, zu der manche Bakterienarten befähigt sind, im Verdauungsschlauche in derselben Weise und in gleichem Umfange stattfindet, wie wenn man mit Pansenbakterien versetzte Lösungen 1—2 Tage faulen lässt,[1]) ist noch nicht erwiesen.

Gegen Strusiewicz ist noch zu erwähnen, dass seine Beweisführung, die sich vornehmlich auf die Annahme der vollständigen Verdaulichkeit der Amide stützt, mit dem Augenblick, wo man die Amide als nicht völlig resorbierbar erkennt, hinfällig wird. Er sagt auf S. 160 l. c.: „Nun ist aber zu bedenken, dass in diesen 6.681 g N resp. 7.239 g N 2.6 g Amid-N enthalten sind“ usw., und zieht daraus den Schluss, dass die in der Tat sehr hohen Ansätze nur möglich sind, wenn der im Harn wieder erschienene Amidstickstoff sich wie Eiweiss verhalten hat. Nun ist aber gar nicht aller Amidstickstoff durch den Körper gegangen; ein bedeutender, vielleicht der grösste Teil ist an einer Stelle, wo das Eiweiss noch intakt war, von Bakterien assimiliert worden und mit dem Kot abgegangen. Was aber den Körper passiert hat, war in der Hauptsache echtes Eiweiss. Mir scheint dies eine immerhin noch wahrscheinlichere Deutung zu sein, als die Annahme eines sehr kleinen Verdauungskoeffizienten für das Eiweiss und einer ausserordentlich hohen Wirkung der Amide.

II. Periode.

In dieser Periode sollten im wesentlichen die Resultate der ersten Periode kontrolliert, die Aufnahmefähigkeit des Organismus für Melasse ungefähr festgestellt und ermittelt werden, ob grössere Melassegaben, die nahe an die Aufnahmefähigkeit des Körpers für Melasse überhaupt heranreichen, noch einen Stickstoffansatz hervorbringen können. Zu der ersten Ration wurden daher zugelegt:

100 g Melasse,
5 „ Torf.

Die Ausscheidungen sind in den beiden folgenden Tabellen zusammengestellt.

---

[1]) Pflügers Archiv für Physiologie Bd. 112, 1906, S. 262 ff.

Tabelle VI.

Datum:	Hammel I:		Hammel II:	
	Harn g	Gesamt-N g	Harn g	Gesamt-N g
16. Dezember . . .	1405	5.95	1265	5.65
17. " . . .	1454	6.40	1340	6.64
18. " . . .	1237	6.62	1357	6.99
19. " . . .	1116	6.87	1262	7.87
20. " . . .	1049	6.40	1207	6.51
21. " . . .	1086	6.25	1119	6.55
22. " . . .	1230	6.11	1185	7.00
23. " . . .	1315	6.52	1078	(6.64)[1]
Summa:	9892	51.12	9813	47.21
Pro Tag	1235.2	6.39	1226.6	6.74

Tabelle VII.

Datum:	Hammel I:		Hammel II:	
	Kot frisch	Kot trocken	Kot frisch	Kot trocken
16. Dezember . . .	1039	268	1247	315
17. " . . .	1025	283	1164	312
18. " . . .	1023	283	1094	302
19. " . . .	955	271	1032	305
20. " . . .	1107	288	1097	326
21. " . . .	983	265	941	292
22. " . . .	1190	305	885	262
23. " . . .	983	259	945	296
Summa:	8305	2222	8405	2410
Pro Tag	1038.1	277.7	1050.6	301.2

Das Futter wurde zwar noch willig, aber langsamer aufgenommen und Hammel II liess in den letzten Tagen einen geringen Rest übrig, der aus wenigen Hälmchen Heu und Torfmelassemischung bestand. Er wog 73 g und die für ihn gefundenen Werte wurden von der gesamten verfütterten Nähr-

[1]) Diese Zahl ist nicht ganz sicher.

stoffmenge in Abzug gebracht. Die prozentische Zusammensetzung der beiden Kote war folgende:

Tabelle VIII.

	Trocken-substanz	Asche	Gesamt-N	Äther-extrakt	N-freie Extraktstoffe	Rohfaser
Hammel I	91.55	11.75	2.60	2.58	35.0	25.0
„ II	92.22	9.84	2.39	3.08	30.4	23.5

Eiweiss-N war in Kot I zu 76.94 %, in Kot II zu 74.13 % des Gesamt-N vorhanden.

Nähr- und Stickstoffbilanz sind in Tabelle IX und X zusammengestellt

Tabelle IX.

	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Gesamt-Protein	Äther-extrakt	N-freie Extraktstoffe	Rohfaser
Hammel I (Gewicht 30.2 kg).						
Heu	174.1	162.9	16.16	5.86	89.9	51.0
Torf	116.0	115.1	3.58	1.35	43.0	67.2
Melasse	465.0	414.0	57.00	—	357.0	—
Summa:	755.7	692.0	76.74	7.21	489.9	118.2
Kot.	254.3	221.7	45.17	9.57	97.3	69.4
Verdaut:	501.4	470.3	31.57	— 2.36	392.6	48.8
Pro 1000 kg in Kilogramm	16.6	15.5	1.04	— 0.07	13.0	1.61
Hammel II (Gewicht 29.2 kg).						
Futter.	755.7	692.0	76.74	5.86	489.9	118.2
Rest	7.2	6.6	0.75	0.02	5.0	0.8
	748.5	685.4	75.99	5.84	484.9	117.4
Kot.	277.8	248.2	45.09	12.39	121.4	69.4
Verdaut:	470.7	437.2	30.90	— 7.55	363.5	48.0
Pro 1000 kg in Kilogramm	16.1	14.9	1.06	— 0.26	12.4	1.64

			Stärkewert
Verdaut (im Mittel) Kohlehydrat 378 g . .	= 378 g		
ab für 320 g Rohrzucker	77 „		301 g
Rohfaser 48.5 g	= 49 g		
ab für 118 g Rohfaser	68 „		— 19 „
Eiweiss 31.2 g.	=		30 „
Fett — 4.9 g	=		— 8 „
		Summa:	304 g
		pro 1000 kg:	10.2 kg.

Tabelle X.

	Hammel I:			Hammel II:		
	Gesamt-N g	Echt-N g	Amid-N g	Gesamt-N g	Echt-N g	Amid-N g
Einnahme	12.28	3.45	8.83	12.16	3.43	8.73
Ausgabe im Kot	7.23	5.56	1.67	7.21	5.34	1.87
Verdaut:	5.05	— 2.11	6.16	4.95	— 1.91	5.86
Ausgabe im Harn . . .	6.39	—	—	6.74	—	—
N-Verlust:	1.34	—	—	1.79	—	—

Der Vergleich der beiden Perioden zeigt, dass die absolut verdauten Mengen in der zweiten Periode nur durch die mehr verdauten Kohlehydrate einen höheren Wert erreichten. Stickstoffsubstanz ist bei dem ersten Tier etwas weniger, beim zweiten etwa ebensoviel verdaut worden. Die Zahlen für den Harn zeigen aber eine erhebliche Zunahme von 0.41 resp. 0.97 g N pro Tag, die vom Körper zugesetzt werden mussten, um den Stickstoffbedarf zu decken, und zwar ist beim zweiten Tier, das relativ mehr verdaut hat wie das erste, die vom Körper zugesetzte Menge Stickstoff noch grösser, ein Zeichen, wie wenig Einfluss das Amid auf die Deckung des Stickstoffbedarfes hat. Zurückzuführen ist der grössere Verlust in dieser Periode, trotz der erhöhten Nährstoffmengen, auf eine sich langsam bemerkbar machende Depression, die auch in der geringeren Fresslust der Tiere zum Ausdruck kam. Hingewiesen muss noch werden auf die schon bei der ersten Periode beobachtete Eiweissfabrikation

im Darm; die in dieser Periode mehr verfütterten 1.141 g Amidstickstoff finden sich nämlich im Kot nur in verschwindender Menge, und zwar gleichmässig mit ca. 0.12 g als Amid wieder. Der weitaus grösste Teil erscheint natürlich zusammen mit unverdautem Echt-Eiweiss als durch Kupferhydroxyd fällbare Stickstoffsubstanz im Kot. Wäre die Möglichkeit vorhanden gewesen, dass dieses von den Bakterien fabrizierte Eiweiss vom Körper hätte aufgenommen werden können, so wäre das bei dem hier herrschenden ausserordentlich starken Stickstoffbedürfnis aller Voraussicht nach wohl eingetreten. Dass dies hier nicht geschah, ist ein Beweis dafür, dass das von den Darmbakterien gebildete Eiweiss nicht resorbierbar ist.

III. Periode.

In einer dritten Periode sollte nun die Wirkung einer Asparaginzulage zu der erreichten Maximalration an Melasse geprüft werden. Um die Tiere aber zunächst wieder etwas zu kräftigen, wurden sie aus dem Zwangsstall herausgelassen und 16 Tage stark mit Heu gefüttert, wodurch sie auch erheblich zunahmen. Am 11. Januar 1907 wurden sie wieder eingeschirrt und für den Versuch vorbereitet. Leider verschmähte der zweite Hammel das dargereichte Futter schon nach wenigen Tagen, so dass er aus dem Stall herausgelassen werden musste und den Versuch nicht mitmachen konnte. Auch der andere zeigte abnehmende Fresslust und am 7. Versuchstage verweigerte auch er die Aufnahme des Futters völlig. Die in dieser Periode gewonnenen Zahlen sind also, abgesehen davon, dass sie nur von einem Versuchstiere stammen, nicht zuverlässig und sollen nur der Vollständigkeit halber angeführt werden.

Die Ration bestand aus:

200 g Heu,
130 „ Torf,
600 „ Melasse,
30 „ Asparagin.

Das Asparagin erwies sich als beinahe chemisch rein.

Berechnet für $C_4H_8O_3N_2H_2O$ . . . . . = 18.70 % N.
Gefunden . . . . = 18.45 „ „
Berechnet Wasser . . . . = 11.99 „

Leider war die erstverwendete Melasse zu Ende gegangen und es musste eine andere benutzt werden, die eine geringe Abweichung im Stickstoffgehalt zeigte. Sie enthielt in Prozenten:

Trocken-substanz	Organ. Substanz	Gesamt-Protein	N-freie Extrakst.	Rohfaser	Eiweiss
77.50	70.40	10.81	59.58	—	0.93

Die Ausscheidungen in dieser Periode waren folgende in Gramm:

Tabelle XI.

Datum:	Harnmenge	Gesamt-N	
16. Januar	1 501	11.19	
17. "	1 711	9.57	
18. "	1 470	10.62	
19. "	1 805	13.02	
20. "	1 505	11.75	
21. "	1 152	9.54	Futter schlecht aufgenommen.
22. "	915	9.75	
23. "	684	8.23	
Total:	10 743	83.67	
Pro Tag	1342.9	10.46	

Tabelle XII.

Datum:	Kot frisch	Kot trocken
16. Januar	1026	270
17. "	956	279
18. "	974	285
19. "	928	274
20. "	1100	319
21. "	961	270
22. "	885	268
23. "	806	224
Total:	7636	2189
Pro Tag	945.5	273.6

Im Kot waren 2.58 % N, davon 1.77 % Eiweiss-N = 68.6 % des Gesamt-N. Der Futterrückstand enthielt 1.96 % N, davon 0.17 % Eiweiss-N. Stickstoffbilanz siehe Tabelle XIII.

Tabelle XIII.

	Gesamt-N g	Eiweiss-N g	Amid-N g
Einnahme	15.93	3.16	12.77
Ausgabe im Kot	7.06	4.84	2.22
Verdaut:	8.87	— 1.68	10.55
Ausgabe im Harn. . . .	10.46	—	—
N-Verlust:	1.59	—	—

Von der Aufstellung einer Nährstoffbilanz habe ich bei dem gestörten Körperbefinden des Tieres und der ungleichmässigen Nahrungsaufnahme abgesehen. Die erhebliche Mehraufnahme an Stickstoff, die stattgefunden hat, wird kompensiert durch eine noch grössere Mehrausgabe im Harn, so dass ein täglicher Zuschuss vom Körper in Höhe von 1.59 g geleistet werden musste. Der Rückstand von 1122 g setzte infolge seiner grossen Ungleichmässigkeit der Analysierung grosse Schwierigkeiten entgegen, so dass die dafür ermittelten Mittelwerte als nicht genau zu betrachten sind. Da die ganze Periode in etwas anderer Versuchsanordnung wiederholt werden musste, ist darauf weiter kein Gewicht gelegt worden.

IV. Periode.

Um den Erfolg des Versuches nicht zu gefährden, wurde jetzt zunächst die Aleuronatperiode eingeschaltet. Das Aleuronat besass folgende Zusammensetzung:

Trockensubstanz	Rohprotein	Fett	Asche
91.8	87.06	3.77	0.89

Um einige Vergleichspunkte mit der vorigen Periode zu gewinnen, wurde so viel Aleuronat zugelegt, dass sowohl 30 g Asparagin wie die 100 g Melasse, die notwendigerweise weggelassen werden mussten, ersetzt wurden. Die Ausscheidungen (in Gramm) in dieser Periode finden sich in Tabelle XIV und XV zusammengestellt.

Tabelle XIV.

Datum:	Hammel I: Harnmenge	Hammel I: Harn-N	Hammel II: Harnmenge	Hammel II: Harn-N
10. Februar	1 530	11.11	1 417	13.81
11. "	1 779	10.33	1 469	12.58
12. "	1 610	10.65	1 724	12.97
13. "	2 040	11.38	1 415	12.71
14. "	1 570	10.97	1 207	12.07
15. "	1 840	10.79	1 132	12.40
16. "	1 517	10.66	1 191	12.72
17. "	1 170	11.54	1 209	12.53
18. "	1 295	11.39	1 567	11.04
19. "	1 497	11.89	1 715	11.49
Total:	15 848	110.71	14 106	124.32
Pro Tag	1584.8	11.07	1410.6	12.43

Tabelle XV.

Datum:	Hammel I: Kot frisch	Hammel I: Kot trocken	Hammel II: Kot frisch	Hammel II: Kot trocken
10. Februar	950	267	1044	269
11. "	1170	298	1013	250
12. "	764	220	942	223
13. "	1113	287	1122	257
14. "	924	258	1175	269
15. "	787	231	987	248
16. "	909	267	896	233
17. "	793	249	924	247
18. "	932	288	1002	263
19. "	791	254	827	222
Total:	9133	2619	9932	2481
Pro Tag	913.3	261.9	993.2	248.1

Die Nähr- und Stickstoffbilanz (in Gramm) findet sich in Tabelle XVI und XVII.

Tabelle XVI.

	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Gesamt-Protein	Ätherextrakt	N-freie Extraktstoffe	Rohfaser
IV. Periode.						
Hammel I (Gewicht 32.5 kg).						
Heu	174.1	162.9	16.16	5.86	89.9	51.0
Torf	112.1	110.7	3.44	1.30	41.4	64.6
Melasse	387.5	352.0	54.06	—	297.9	—
Aleuronat	47.6	47.2	45.27	2.08	—	—
Summa:	721.3	672.8	118.93	9.24	429.2	115.6
Kot	239.0	211.6	41.37	6.57	122.0	41.6
Verdaut:	482.3	461.2	77.56	2.67	307.2	74.0(?)
Pro 1000 kg in Kilogramm	14.8	14.1	2.38	0.08	0.94	2.28
Hammel II (Gewicht 34.1 kg).						
Futter	721.3	672.8	118.93	9.24	429.2	115.6
Kot	226.4	196.5	38.00	6.90	93.3	58.3
Verdaut:	494.9	476.3	80.93	2.34	335.9	57.3
Pro 1000 kg in Kilogramm	14.5	13.9	2.37	0.07	0.98	1.69

Tabelle XVII.

	Hammel I:			Hammel II:		
	Gesamt-N	Eiweiss-N	Amid-N	Gesamt-N	Eiweiss-N	Amid-N
Einnahme	19.02	10.56	8.46	19.02	10.56	8.46
Ausgabe im Kot	6.62	4.35	2.27	6.08	4.21	3.87
Verdaut:	12.40	6.21	6.19	12.94	6.35	5.59
Ausgabe im Harn	11.07	—	—	12.43	—	—
N-Ansatz:	1.33	—	—	0.51	—	—

Prozentische Zusammensetzung der beiden Kote.

	Trocken-substanz	Asche	Gesamt-N	Ätherextrakt	N-freie Extraktstoffe	Rohfaser
Hammel I	91.26	10.86	2.53	2.51	46.50	15.9
„ II	91.25	12.06	2.45	2.78	37.20	23.5

Eiweiss-N war in Kot I zu 65.6 %, in Kot II zu 69.2 % des Gesamt-N vorhanden.

Die angeführten Zahlen bedürfen kaum einer Erläuterung. Der Stickstoffansatz ist infolge der Zulage von Aleuronat ein ausserordentlich grosser, was bei den grossen Verlusten, die die Tiere an Körpereiweiss erlitten haben, nur natürlich ist. Das Eiweiss wird im allgemeinen gut verdaut, von dem zweiten Hammel noch etwas besser wie von dem ersten. Trotz dessen retiniert Hammel II weniger Stickstoff als Hammel I, was aber seine zwanglose Erklärung dadurch findet, dass das zweite Tier während der 3. Periode seine ausreichende Heuration bekam und dadurch seine früher erlittenen Stickstoffverluste hat völlig ausgleichen konnte, während Hammel I in der 3. Periode täglich 1.59 g N verloren hat und erst jetzt diese Verluste ergänzen kann. Die Nahrungsaufnahme ist im grossen und ganzen in dieser Periode ganz normal und die auf 1000 kg Lebendgewicht umgerechneten Zahlen zeigen, dass die Hammel eine schwache Mastration erhalten haben, was sich auch in einer geringen Gewichtszunahme zu erkennen gibt. In der Nährstoffbilanz fällt die ausserordentlich grosse Menge Rohfaser auf, die nach der Analyse verdaut sein müsste. Ich habe schon eingangs darauf hingewiesen, dass das an der Unsicherheit unserer Methoden der Rohfaserbestimmung oder an dem HCl-Zusatz zum Kot liegen muss; denn es ist unmöglich, dass von 115.6 g Rohfaser, in der sich 64.6 g Rohfaser aus dem Torf befinden, 74.0 g Rohfaser von Hammel I verdaut werden. Es liegt hier offenbar irgend ein nicht nachweisbarer Fehler zugrunde, der aber natürlich auf das Hauptresultat keinen Einfluss hat.

V. Periode.

In dieser Periode sollte die Wirkung des Asparagins als Zulage zu dem Melassefutter geprüft werden. Als Grundfutter wurde die Ration der ersten Periode gewählt, so dass das Futter bestand aus:

200 g Heu,
500 „ Melasse,
125 „ Torf,
30 „ Asparagin.

Die in dieser Periode verabreichten Stickstoffmengen sind allerdings geringer wie die in der vorigen Periode verfütterten, aber es war dies nötig, weil anzunehmen war, dass von dem Asparagin mehr verdaut werden würde, wie vorher vom Aleuronat. Diese Annahme erwies sich auch als richtig und die verdauten Mengen sind wenigstens einigermassen dieselben. Die Ausscheidungen des Tieres (in Gramm) sind in Tabelle XVIII und XIX zusammengestellt.

Tabelle XVIII.

Datum:	Harnmenge	Gesamt-N	Harnmenge	Gesamt-N
24. Februar	1 719	12.12	1 460	13.00
25. „	1 495	11.85	1 447	12.72
26. „	1 605	12.14	1 497	12.33
27. „	1 407	12.54	1 473	12.72
28. „	1 450	12.97	1 509	12.98
1. März	1 779	12.72	1 441	13.10
2. „	1 426	11.65	1 205	12.67
3. „	1 193	11.73	1 715	12.22
4. „	1 358	11.29	1 610	11.99
5. „	1 465	11.89	1 714	12.75
Total:	14 897	120.90	15 071	126.48
Pro Tag	1489.7	12.09	1507.1	12.65

Tabelle XIX.

Datum:	Hammel I: Kot frisch	Hammel I: Kot trocken	Hammel II: Kot frisch	Hammel II: Kot trocken
24. Februar	1010	(276)	1 258	(319)
25. "	959	260	988	234
26. "	1013	277	1 172	274
27. "	891	226	904	221
28. "	1014	282	1 018	255
1. März	981	285	1 038	256
2. "	805	237	977	256
3. "	843	230	797	250
4. "	988	—	890	—
5. "	826	234	1 013	261
Total:	9330	2031	10 055	2007
Pro Tag	933.0	253.9	1005.5	250.9

Die Nähr- und Stickstoffbilanz (in Gramm) findet sich in Tabelle XX und XXI.

Tabelle XX.

	Trocken-substanz	Organ. Substanz	Gesamt-Protein	Ätherextrakt	N-freie Extraktstoffe	Rohfaser
V. Periode.						
Hammel I (Gewicht 32.5 kg).						
Heu	174.1	162.9	16.16	5.86	89.9	51.0
Torf	112.1	110.7	3.44	1.30	41.4	64.6
Melasse	387.5	352.0	54.06	—	297.9	—
Asparagin	26.4	26.4	26.40	—	—	—
Summa:	700.1	652.0	100.06	7.16	429.2	115.6
Kot	233.1	202.5	34.34	7.32	90.1	70.8
Verdaut:	467.0	449.5	65.72	— 0.16	339.1	44.8
Pro 1000 kg in Kilogramm	14.3	13.3	2.02	—	10.4	1.38
Hammel II (Gewicht 34.1 kg).						
Futter	700.1	652.0	100.06	7.16	429.2	115.6
Kot	230.8	199.9	32.92	6.46	81.7	78.8
Verdaut:	469.3	452.1	67.14	0.70	347.5	36.8
Pro 1000 kg in Kilogramm	13.8	13.2	1.96	0.02	10.1	1.08

Tabelle XXI.

	Hammel I:			Hammel II:		
	Gesamt-N	Eiweiss-N	Amid-N	Gesamt-N	Eiweiss-N	Amid-N
Einnahme	17.31	3.32	13.99	17.31	3.32	13.99
Ausgabe im Kot	5.49	.4.44	1.05	5.27	4.18	1.09
Verdaut:	11.82	— 1.12	12.94	12.04	— 0.86	12.90
Ausgabe im Harn. . . .	12.09	—	—	12.65	—	—
N-Verlust:	0.27	—	—	0.61	—	—

Die prozentische Zusammensetzung der Kote war, auf lufttrockene Substanz berechnet, folgende:

Prozentische Zusammensetzung der beiden Kote.

	Trockensubstanz	Asche	Gesamt-N	Äther-extrakt	N-freie Extrakt-stoffe	Roh-faser
Hammel I	91.80	12.06	2.16	2.88	35.4	27.8
„ II	91.98	12.30	2.10	2.57	32.5	31.4

Eiweiss-N war in Kot I zu 80.8 %, in Kot II zu 79.34 % des Gesamt-N vorhanden.

Die Asparaginzulage hat also den Stickstoffverlust ziemlich bedeutend herabgemindert, und ich kann mir das nur so erklären, als ob das Asparagin hier ebenso gewirkt hätte, wie wenn es einer sehr stickstoffarmen Nahrung zugesetzt worden wäre. Allerdings ist der Unterschied zwischen beiden Tieren ziemlich auffällig, und ich weiss augenblicklich keine sichere Erklärung dafür zu geben, warum das zweite Tier, das in der Aleuronatperiode das Bestreben zeigte, sich dem Stickstoffgleichgewicht zu nähern, nun plötzlich so viel mehr von seinem Körperbestande an Eiweiss verliert, als das erste Tier — es müsste denn sein, dass das erste Tier in der Aleuronatperiode sich gewissermassen einen Eiweissvorrat aufgespart hat, von dem es noch etwas zehren konnte, während das zweite Tier, das in jener Periode

weniger retinierte, nicht dazu in der Lage war. Wiederum ist, wie in den vergangenen Perioden, eine starke Eiweissfabrikation im Darm wahrnehmbar. Die Menge Amidstickstoff, die im Kote ausgeschieden wird, ist bei beiden Tieren nur ungefähr $^1/_5$ des gesamten ausgeschiedenen Stickstoffs, während im Futter umgekehrt nur $^1/_5$ Eiweissstickstoff war, so dass die im Kote ausgeschiedene Eiweissmenge das Futtereiweiss um im Mittel ungefähr 1 g übertrifft. Ich weise nochmals darauf hin, dass kein Grund einzusehen ist, warum dieses reichlich zur Verfügung stehende Eiweiss von dem Tiere bei seinem grossen Stickstoffbedürfnis, das zur Abgabe bedeutender Mengen Körpersubstanz veranlasst hat, nicht in Benutzung genommen worden ist.

Eine Prüfung der Nachwirkung dieser Periode ergab am ersten Tage ein bedeutendes Mehr an Harnstickstoff gegenüber der dieser Periode entsprechenden ersten Periode. Am 2. Tage fiel der Wert für den Harnstickstoff, ebenso am 3., um am 4. wieder etwas zu steigen. Leider musste, weil die Melasse zu Ende gegangen war, eine weitere Prüfung der Nachwirkung unterbleiben. In den 4 Tagen sind insgesamt von Hammel I 7.60 g, von Hammel II 7.83 g Stickstoff im Mittel pro Tag im Harn ausgeschieden worden, was unter Berücksichtigung des grösseren Stickstoffgehaltes der diesmal zur Verfütterung gelangten Melasse eine Nachausscheidung von pro Tag ungefähr 0.35 g N bedeutet; weil diese Zahl aber mit einiger Unsicherheit behaftet ist, möchte ich sie nicht in Rechnung ziehen und die Asparaginperiode demgemäss nicht noch mit diesem Werte belasten.

Ich fasse meine Resultate folgendermassen zusammen:

Der in der Melasse vorhandene Stickstoff vermag bei sonst eiweissarmem Futter den Verlust des Körpers an Stickstoff in keiner Weise zu verhindern, obwohl der grösste Teil der in der Melasse verfütterten Amide durch Bakterien in eiweissartige Verbindungen übergeführt wird.

Hinsichtlich des Asparagins ist eine geringe Einwirkung bei eiweissarmem, wenn auch amidreichem Futter zu konstatieren, die aber in keiner Weise an die durch ein wirkliches Eiweiss (Aleuronat) erzielte Wirkung heranreicht.

Mitteilungen aus dem agrikultur-chemischen Laboratorium des Polytechnikums in Zürich.

LXIII. Zur Kenntnis des Glutamins.

Zweite Mitteilung.

Von

E. SCHULZE und CH. GODET.

In der vor kurzem in dieser Zeitschrift[1]) von E. Schulze unter dem gleichen Titel veröffentlichten Mitteilung sind die Resultate aufgeführt, die bei der Untersuchung von sieben teils aus Rüben, teils aus anderen Materialien dargestellten Glutaminpräparaten im Polarisationsapparat erhalten wurden. Diese Resultate zeigten bedeutende Schwankungen. Die niedrigste Zahl, $[\alpha]_D = +1.9^0$, wurde für ein aus Kürbis-Keimpflanzen dargestelltes Glutaminpräparat gefunden, die höchste Zahl, $[\alpha]_D = +9.5^0$, für ein Präparat aus Runkelrüben. Die Ausführung dieser Bestimmungen wurde dadurch veranlasst, dass E. Sellier[2]) für ein aus Zuckerrüben dargestelltes Glutaminpräparat $[\alpha]_D = +6.15^0$ fand, während ein von E. Schulze und E. Bosshard untersuchtes Präparat gleicher Herkunft in 4 $^0/_0$iger wässriger Lösung eine messbare Ablenkung der Polarisationsebene nicht hervorbrachte (erst nach Zusatz einer geringen Menge einer Säure zeigte die Lösung ein bestimmbares Drehungsvermögen). Die bei Untersuchung jener sieben Präparate erhaltenen Werte sind teils höher, teils niedriger als die von Sellier gefundene Zahl; alle Präparate aber waren optisch aktiv.

---

[1]) Bd. 65, S. 237—246.

[2]) Bull. de l'association des chim. de sucrerie et de distill. Bd. 21, S. 754—760. Referat im biochemischen Zentralblatt Bd. III, 1904/05, S. 469.

Im Hinblick auf diese starken Schwankungen war es von Interesse, noch einige Glutaminpräparate auf ihr spezifisches Drehungsvermögen zu untersuchen. Wir haben daher im Winter 1906/07 aus Runkelrüben und aus Zuckerrüben[1]) aufs neue Glutamin dargestellt. Wir benutzten dazu das von E. SCHULZE und E. BOSSHARD beschriebene Verfahren, über welches auch in der oben zitierten Mitteilung E. SCHULZES einige Angaben gemacht worden sind. Das auf diesem Wege erhaltene, durch mehrmaliges Umkristallisieren aus Wasser gereinigte Glutamin bestand aus farblosen Kristallen, die beim Auflösen in Wasser auch eine ganz farblose Lösung gaben. Sie erwiesen sich bei der Prüfung mit MILLONschem Reagens als frei von Tyrosin; auch blieb ihre wässrige Lösung beim Versetzen mit Phosphorwolframsäure vollkommen klar. Das aus Runkelrüben dargestellte Präparat zerlegten wir in zwei Teile (A und B), indem wir es mit so viel kaltem Wasser behandelten, dass es nur ungefähr zur Hälfte in Lösung ging; die Lösung wurde später wieder zur Kristallisation gebracht, auch wurde der ungelöst gebliebene Teil des Präparats noch einmal aus Wasser umkristallisiert. Die nach KJELDAHLS Methode ausgeführten Stickstoffbestimmungen gaben für die Präparate A und B folgende Resultate.[2])

Präparat A: 0.3638 g Substanz gaben 0.0690 g oder 18.97 % N.

Präparat B: 1. 0.2903 g Substanz gaben 0.05534 g oder 19.06 % N. 2. 0.5863 g Substanz gaben 0.1117 g oder 19.05 % N.

Diese Zahlen liegen dem von der Theorie geforderten Stickstoffgehalt des Glutamins (19.17 % N) sehr nahe, woraus man schliessen darf, dass reine Glutaminpräparate vorlagen.

Die unter gefälliger Mitwirkung von E. WINTERSTEIN ausgeführte Untersuchung dieser Präparate im SOLEIL-VENTZKEschen Polarisationsapparat gab folgende Zahlen:

Präparat A: Eine wässrige Lösung, die in 20 ccm 0.80 g Substanz enthielt, drehte im 200mm-Rohr 1.35° nach rechts (bei 19° C.), demnach ist $[\alpha]_D = +5.8°$.[3])

---

[1]) Die Zuckerrüben erhielten wir von der Zuckerfabrik Ober-Aarberg, Kt. Bern. Sie waren ebenso wie die für die Darstellung eines neuen Glutaminpräparats verwendeten Runkelrüben, welche aus der Umgebung von Zürich stammten, im Sommer 1906 gewachsen.

[2]) Herr Dr. W. BISSEGGER hatte die Gefälligkeit, diese Stickstoffbestimmungen auszuführen.

[3]) Die auf der Skala unseres Apparates abgelesenen Grade sind mit 0.344 zu multiplizieren, um sie in Grade der gewöhnlichen Skala zu verwandeln.

Präparat B: Eine wässrige Lösung, die in 20 ccm 0.8 g Substanz enthielt, drehte im 200mm-Rohr 1.4° nach rechts (bei 19° C.), demnach ist $[\alpha]_D = +6.0°$. Die geringe Differenz der in diesen beiden Bestimmungen erhaltenen Zahlen liegt ohne Zweifel innerhalb der Fehlergrenze der Beobachtungen.

Bei Untersuchung des aus Zuckerrüben dargestellten Glutaminpräparates im Polarisationsapparat wurde folgendes Resultat erhalten:

Eine wässrige Lösung, die in 20 ccm 0.8 g Substanz enthielt, drehte im 200mm-Rohr 1.5° nach rechts (bei $17^1/_2$° C.), demnach ist $[\alpha]_D = +6.45°$.

Die Differenzen der für das Drehungsvermögen dieser drei Präparate gefundenen Zahlen können mit Rücksicht darauf, dass wegen der Schwerlöslichkeit des Glutamins in Wasser nur Lösungen von relativ geringer Konzentration verwendet werden konnten, für nicht bedeutend erklärt werden. Dem von Sellier angegebenen Werte liegen diese Zahlen näher als die früher gefundenen. Für das aus Runkelrüben neu dargestellte Präparat ergab sich ein niedrigeres Resultat als für die früher untersuchten Präparate gleicher Herkunft aus Runkelrüben, für welche $[\alpha]_D = +8.2$ bis $+9.5°$ gefunden wurde — trotzdem dass alle diese Präparate nach dem gleichen Verfahren dargestellt und in der gleichen Weise gereinigt worden waren. Dies entspricht der aus den früheren Versuchen abgeleiteten Schlussfolgerung, dass das Drehungsvermögen der aus Pflanzen dargestellten Glutaminpräparate ein schwankendes ist. Für diese Erscheinung hat man, wie in der ersten Mitteilung schon hervorgehoben wurde, eine Erklärung, wenn man annimmt, dass in jenen Präparaten neben rechtsdrehendem Glutamin die optisch entgegengesetzte Antipode oder die racemische Verbindung in wechselnder Menge enthalten ist.

Löslichkeit des Glutamins in Wasser.

Die Löslichkeit des Glutamins in Wasser wurde von E. Schulze und E. Bosshard nach einer von V. Meyer gegebenen Vorschrift bestimmt. Eine Lösung von Glutamin in heissem Wasser, die während des Erkaltens Kristalle lieferte, wurde mit einem Glasstabe umgerührt, bis die Ausscheidung von Kristallen beendigt zu sein schien, dann wurde in einer abgewogenen Probe der von Kristallen durch Filtration getrennten Flüssigkeit der Glutamingehalt quantitativ bestimmt.

Es ergab sich, dass ein Teil Glutamin bei 16 ° C. im Mittel 25.7 Teile Wasser zur Lösung bedurfte. Wir haben neue Löslichkeitsbestimmungen in folgender Weise ausgeführt: Das Glutamin wurde mit einer zur völligen Auflösung unzureichenden Quantität von kaltem Wasser übergossen. Nach häufigem Umschütteln und stundenlangem Stehen wurde die Flüssigkeit vom Ungelösten getrennt. Eine Probe der Lösung wurde in einem flachen, mit Glasstöpsel versehenen Gefässe abgewogen, dann in dem gleichen Gefässe in gelinder Wärme langsam eingedunstet, der Verdampfungsrückstand bei einer etwas unter 100 ° liegenden Temperatur getrocknet und sodann gewogen. Wir erhielten dabei folgende Resultate:

Präparat aus Runkelrüben.[1])

6.6801 g Lösung, bereitet mit Wasser von 18 ° C., gaben 0.2327 g Glutamin. Diese Glutaminmenge war also in 6.4474 g Wasser gelöst gewesen. Demnach bedurfte ein Teil Glutamin bei 18 ° C. 27.7 Teile Wasser zur Lösung.

Präparat aus Zuckerrüben.

8.0371 g Lösung, bereitet bei 18.5 ° C., gaben 0.2815 g Glutamin. Diese Glutaminmenge war also in 7.7556 g Wasser gelöst gewesen. Demnach bedurfte ein Teil Glutamin bei 18.5 ° C. 27.45 Teile Wasser zur Lösung.

Wie man sieht, haben die beiden Bestimmungen fast das gleiche Resultat ergeben.

Wir haben ferner noch eine Bestimmung in gleicher Weise mit dem oben mit A bezeichneten Präparat aus Runkelrüben ausgeführt. Diese Bestimmung lieferte folgendes Resultat:

6.8823 g Lösung, bereitet bei 19 ° C., gaben 0.2630 g Glutamin. Diese Glutaminmenge war also in 6.6193 g Wasser gelöst gewesen. Demnach bedurfte ein Teil dieses Präparates bei 19 ° C. 25.2 Teile Wasser zur Lösung.

Auch dieses Resultat differiert nicht viel von den in den beiden ersten Versuchen erhaltenen Zahlen sowie von dem Ergebnis der früher von E. SCHULZE und E. BOSSHARD in etwas anderer Weise ausgeführten Bestimmungen.

---

[1]) Das für den Versuch verwendete Glutamin war ein Gemenge der Präparate A und B.

Verbindungen des Glutamins.

Verbindungen des Glutamins sind von E. SCHULZE und E. BOSSHARD nur in sehr kleiner Zahl dargestellt worden; näher untersucht wurde nur die Verbindung mit Kupfer $(C_5H_9N_2O_3)^2Cu$, welche sich ausscheidet, wenn man eine wässrige Glutaminlösung in der Wärme mit Kupferhydroxyd sättigt und sodann der Ruhe überlässt. Man kann diese Verbindung, welche kleine, blauviolette Kristalle bildet, auch erhalten, indem man eine wässrige Glutaminlösung mit Kupferazetat erhitzt. Da dieselbe sich zur Identifizierung des Glutamins gut verwenden lässt, so ist sie in unserem Laboratorium häufig dargestellt und oft analysiert worden; die dabei gewonnenen Zahlen lassen keinen Zweifel darüber, dass die Verbindung eine konstante Zusammensetzung besitzt. Ausserdem ist auch eine in kleinen Blättchen kristallisierende Verbindung mit Zink dargestellt, aber nicht analysiert worden. Wir haben festgestellt, dass das Glutamin auch mit Cadmium eine leicht kristallisierende, in Wasser ziemlich schwer lösliche Verbindung gibt. Zur Darstellung derselben wurde in eine erwärmte wässrige Glutaminlösung frisch gefälltes Cadmiumhydroxyd eingetragen, bis sich nichts mehr davon auflöste; die vom Ungelösten abfiltrierte Flüssigkeit lieferte, nachdem sie in gelinder Wärme eingeengt worden war, beim Erkalten feine prismatische Kristalle, die nach dem Abgiessen der Mutterlauge mit kaltem Wasser gewaschen, dann auf eine Tonplatte gebracht wurden. Bei Analyse der Verbindung wurde der Stickstoffgehalt nach der Methode von KJELDAHL bestimmt; zur Bestimmung des Cadmiumgehaltes wurde ein abgewogenes Quantum der Verbindung in einem Platintiegel mit überschüssiger Schwefelsäure erhitzt, wobei der Inhalt des Tiegels sich dunkel färbte. Der nach dem Abdunsten der überschüssigen Schwefelsäure verbliebene Rückstand wurde schwach geglüht und sodann als Cadmiumsulfat gewogen; die Analyse lieferte folgende Zahlen:

Stickstoffbestimmung: 0.2648 g bei 100° getrockneter Substanz gaben 0.03683 g oder 13.91 % N.

Cadmiumbestimmung: 0.2729 g bei 100° getrockneter Substanz gaben 0.1369 g Cadmiumsulfat = 27.0 % Cd.

Diese Zahlen entsprechen der Formel $(C_5H_9N_2O_3)^2Cd$, wie aus folgender Zusammenstellung sich ergibt:

	Berechnet für $(C_5H_9N_2O_3)^2Cd$	Gefunden
N	13.91 %	13.91 %.
Cd	27.90 „	27.00 „

Wie man sieht, entspricht die für den Stickstoffgehalt der Verbindung gefundene Zahl sehr gut der Theorie, während für den Cadmiumgehalt ein etwas zu niedriges Resultat erhalten wurde. Der Grund für letztere Erscheinung ist wahrscheinlich darin zu suchen, dass bei Ausführung der Cadmiumbestimmung in der oben beschriebenen Weise ein kleiner Substanzverlust stattgefunden hat.

Bei Behandlung des Glutamincadmiums mit kochendem Wasser erfolgte die Abscheidung einer amorphen Substanz, die sich als Cadmiumhydroxyd erwies, woraus man schliessen muss, dass die genannte Verbindung beim Kochen mit Wasser einer langsam sich vollziehenden Hydrolyse unterliegt.

Verbindungen des Glutamins mit Säuren sind von E. SCHULZE und E. BOSSHARD nicht dargestellt worden. Da das Glutamin leicht hydrolysierbar ist und beim Erwärmen mit verdünnten Mineralsäuren rasch zersetzt wird, so schien ein Versuch, Verbindungen des genannten Amids mit starken Säuren in reinem Zustande zu erhalten, keine grosse Aussicht auf Erfolg zu haben; wir haben demgemäss nur versucht, Verbindungen mit organischen Säuren, nämlich mit Weinsäure, Zitronensäure und Oxalsäure darzustellen. Eine wässrige Glutaminlösung wurde mit so viel Weinsäure versetzt, dass 1 Molekül der letzteren auf 1 Molekül des Amids kam; dann wurde die Lösung im Vakuum-Exsikkator bei Zimmertemperatur der Verdunstung überlassen. Bald schieden sich in der Flüssigkeit durchsichtige, ziemlich grosse Kristalle aus; sie wurden nach dem Abgiessen der Flüssigkeit zur Entfernung der Mutterlauge auf eine Tonplatte gebracht. Bei Bestimmung des Stickstoffgehalts dieser Kristalle erhielten wir nach dem Verfahren KJELDAHLS folgendes Resultat:

0.2706 g Substanz gaben 0.02468 g oder 9.10 % N.

Dies Resultat entspricht der Annahme, dass eine Verbindung von 1 Molekül Glutamin mit 1 Molekül Weinsäure vorlag, denn eine solche Verbindung enthält nach der Theorie 9.46 % N.

Aus der von jenen Kristallen abgegossenen Flüssigkeit schieden sich bei weiterem Verdunsten in kleiner Menge Kristalle ab, die das Aussehen des Glutamins besassen.

Die im vorigen mitgeteilten Beobachtungen führen zu der Schlussfolgerung, dass das Glutamin Verbindungen mit Säuren zu geben vermag. Um auch Verbindungen mit Zitronensäure und mit Oxalsäure herzustellen, wurden abgewogene Glutaminmengen mit äquivalenten Quantitäten der genannten Säuren in wässriger Lösung zusammengebracht, die Flüssigkeiten sodann im Vakuum-Exsikkator der langsamen Verdunstung überlassen. In beiden Fällen schieden sich aus der Lösung feine prismatische Kristalle aus. Doch erschienen diese Kristalle bei der Untersuchung unter dem Mikroskop nicht als homogen und waren ferner im Aussehen nicht sehr verschieden von Glutaminkristallen, so dass eine Beimengung von Glutamin als möglich bezeichnet werden musste. Infolge davon schien eine nähere Untersuchung dieser Kristalle keinen Wert zu haben.

Personalien.

Der bisherige Vorstand der Versuchsstation zu Oldenburg, Prof. Dr. P. Petersen, ist durch Verleihung des Ehrenritterkreuzes II. Klasse vom Haus- und Verdienstorden des Herzogs Peter Friedrich Ludwig ausgezeichnet und vom Zentralausschuss der landwirtschaftlichen Vereine in Oldenburg zum Ehrenmitgliede ernannt worden.

Der Vorstand der Grossherzoglichen landwirtschaftlichen Versuchsstation zu Augustenberg (Baden), Prof. Dr. J. Behrens, ist zum Direktor der Kaiserlichen Biologischen Reichsanstalt für Land- und Forstwirtschaft zu Dahlem bei Berlin ernannt worden.

Dem Vorstande der agrikultur-chemischen Versuchsstation zu Pommritz, Prof. Dr. G. Loges, ist das Ritterkreuz I. Klasse des Königl. Sächs. Albrechtsordens verliehen worden.

Verband landwirtschaftlicher Versuchs-Stationen im Deutschen Reiche.

Vorläufige Mitteilung

der Beschlüsse der XXIV. Hauptversammlung des Verbandes zu Dresden am 14. September 1907.

In zweiter Lesung wurden folgende auf den Hauptversammlungen zu Stuttgart und Berlin gefassten Beschlüsse angenommen:

1. Änderungen des § 12 der Satzungen, Abstimmung betreffend (Landw. Versuchs-Stationen 66. Bd., S. 176).
2. Definition des Begriffs Knochenmehl (a. a. O. 60. Bd., S. 235, 64. Bd., S. 7 und 66. Bd., S. 178).
3. Beurteilung der Kleeseidebefunde in Saatwaren (a. a. O. 66. Bd., S. 229 und 230).
4. Untergehalt bei Kalisalzen (a. a. O. 66. Bd., S. 202 und 393).
5. Beurteilung des Vorkommens von Milben in Futtermitteln (a. a. O. 66. Bd., S. 235).
6. Beteiligung der Versuchsstationen an den landwirtschaftlichen Ausstellungen (a. a. O. 66. Bd., S. 395).

Ferner wurden folgende Beschlüsse gefasst:

7. Untersuchung des Weinbergschwefels betreffend (a. a. O. 64. Bd., S. 9 und 66. Bd., S. 185).

Der frühere Beschluss erhielt folgende Fassung:

1. „Die einzelnen Bestandteile einer Schwefellieferung zeigen erfahrungsgemäss auch bei Schwefeln einer Handelsqualität unter sich Verschiedenheiten besonders im Feinheitsgrade. Für die Beurteilung der Durchschnittsqualität

können daher nur Proben mafsgebend sein, bei welchen die Abweichungen in den Einzelanteilen durch Mischung einer genügenden Anzahl kleiner Einzelproben aus den verschiedenen Teilen der Lieferung ausgeglichen sind. Die zur Prüfung einzusendende Menge soll mindestens 300 g betragen."

2. „Bei der Bestimmung des Feinheitsgrades nach Chancel ist es notwendig, chemisch reinen, über Natrium destillierten Äther zu verwenden."

3. „Auch wenn chemisch reiner Äther verwendet wird, kann eine Übereinstimmung der Ergebnisse nur erreicht werden, wenn Apparate von gleichmässigen Dimensionen benützt werden (zweckmässig sind folgende, schon von Portele [Weinlaube Bd. 24, S. 376] empfohlenen Dimensionen: Gehalt bis zur Marke 100 bei 17.5° C. [unterer Miniskus] 25 cm, Länge des Rohres bis zum Teilstrich 100 = 175 mm, Länge des geraden Rohres 12,5 mm), wenn bei Ausführung der Bestimmungen nach dem Durchschütteln jede Erschütterung vermieden wird, und wenn bei einer einheitlichen Temperatur, und zwar bei 17.5°, gearbeitet wird."

4. „Die Ausführung der Chancelschen Bestimmung des Feinheitsgrades ist genau nach folgender Vorschrift auszuführen: Das zu untersuchende Schwefelpulver wird durch ein Sieb von 1 qmm Maschenweite durchgetrieben, um die Klümpchen, welche der Schwefel stets bei längerem Lagern bildet, zu verteilen. Von der nach dem Durchsieben gut gemischten Probe werden 5 g abgewogen. Der Schwefel wird zweckmässig mit Hilfe eines Kartenblattes oder Pinsels in das Sulfurimeter gebracht, dann wird das Sulfurimeter mit Äther bis ungefähr zur Hälfte angefüllt und durch gelindes Klopfen die Luft aus dem Schwefelpulver entfernt. Ist dies erreicht, so füllt man den Apparat bis etwa 1 cm über den Teilstrich 100 mit Äther an und schüttelt etwa eine Minute sehr stark durch, um eine gleichmässige Verteilung des Schwefels zu erreichen. Eine Ablesung erfolgt zunächst noch nicht. Nunmehr wird neuerdings genau 30 Sekunden in senkrechter Richtung kräftig durchgeschüttelt, das Instrument dann mittelst eines Stativs genau senkrecht eingespannt

und in ein mit Wasser von 17.5° C.[1]) gefülltes Becherglas so eingesenkt, dass weder die Wandungen noch der Boden oder das eingesenkte Thermometer berührt werden. Der Schwefel setzt sich ziemlich rasch zu Boden; wenn sich die Höhe der Schwefelschicht nicht mehr ändert und der darüber stehende Äther völlig klar erscheint, wird der Stand des Schwefels an der Skala abgelesen (halbe Teilstriche werden geschätzt). Die so abgelesene Zahl gibt direkt die Grade Chancel an.

Das Resultat der ersten Schüttelung ist meist zu hoch, die Schüttelung wird daher in der gleichen Weise jedesmal 30 Sekunden lang und noch 4 mal wiederholt. Das Mittel aus den vier letzten Ablesungen wird, als dem Feinheitsgrade des Schwefelpulvers entsprechend, angenommen.

Die ganze Operation ist nochmals mit einer neu abgewogenen Probe von genau 5 g in der beschriebenen Weise zu wiederholen und erst aus dem Resultate der doppelten Untersuchung das endgültige Mittel zu entziehen."

5. „Bei der Bestimmung des Feinheitsgrades ist ein Analysenspielraum von 5° Chancel zu gewähren."

6. „Wenn bei dem Abschluss des Verkaufes ein Angebot von Schwefel verschiedenen Feinheitsgrades zugrunde lag, geschieht die Minderwertsberechnung wie folgt: Die Differenz zwischen den Preisen von je 100 kg Schwefel von dem nächst höheren und dem nächst niedrigeren Feinheitsgrad ist zu dividieren durch die Differenz zwischen den Feinheitsgraden selbst und so der Preis von 1° Chancel für 100 kg Schwefel festzustellen. Ist bei der Untersuchung ein über 5° Chancel geringerer Feinheitsgrad gefunden worden, als garantiert ist, so wird der Minderwert für 100 kg Schwefel ermittelt, indem man die Zahl der fehlenden Grade mit dem, wie beschrieben, gefundenen Preis von 1° Chancel multipliziert.

---

[1]) Ist die Innehaltung der Temperatur nicht möglich, so muss die Temperatur, bei welcher gearbeitet wurde, angegeben werden. 2° C. über der Normaltemperatur erhöhen die Angaben des Sulfurimeters beiläufig um 1 Feinheitsgrad.

Im übrigen wird empfohlen, schon bei Abschluss der Schwefelkäufe in jedem Falle festzusetzen, welche Minderwertsentschädigung bei nicht genügendem Feinheitsgrad der gelieferten Ware zu zahlen ist."

8. Die Prüfung der von Lorenzschen Methode der Phosphorsäurebestimmung (a. a. O. 66 Bd., S. 215).

Die Zuverlässigkeit der v. Lorenzschen Methode wird nicht angezweifelt, doch wird die Frage, ob diese Methode ebenfalls als Verbandsmethode anerkannt werden soll, nach längerer Debatte nochmals an den Düngemittel-Ausschuss zwecks Prüfung zurückverwiesen.

9. Geschäftliche Weiterbehandlung des Verbandsantrages, die Stellung der Agrikulturchemie usw. betreffend (a. a. O. 66. Bd., S. 390).

Da dieser Antrag bis jetzt seiner Bestimmung nicht zugeführt werden konnte, so wird der Verbandsvorstand beauftragt, weitere Schritte in dieser Angelegenheit zu tun.

Bei diesem Punkte wurde ferner folgende von den Mitgliedern des Verbandsvorstandes einstimmig beschlossene Kundgebung vorgetragen.

„Auf dem 3. internationalen landwirtschaftlichen Kongress zu Wien hat der Ministerialdirektor im Preussischen Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten, Dr. Thiel, Exzellenz, Berlin, in Sektion II/A ein Referat erstattet, das gedruckt vorliegt und in welchem sich der folgende, die Agrikulturchemie betreffende Satz findet: „Vor allem könnte dann auch die sogenannte Agrikulturchemie, ein Bastard aus den verschiedensten wissenschaftlichen Gebieten, aus dem Unterrichtsplan verschwinden; denn es bedürfte dann dieses Lückenbüssers nicht mehr, der nur da seine Berechtigung hat, wo der studierende Landwirt in den betreffenden naturwissenschaftlichen Fachkollegien seine Rechnung nicht findet." Vermutlich ist diese Äusserung hervorgerufen worden durch das Bestreben unseres Verbandes, die Stellung der Agrikulturchemie an den landwirtschaftlichen Hochschulen zu heben; man dürfte nicht fehlgehen, in dem zitierten Ausspruch eine Antwort auf die vom Verbande geäusserten Wünsche (Landw. Versuchs-Stationen 66. Bd., 1907, S. 383) zu erblicken.

Wollte man den angegebenen Ausspruch als zu Recht bestehend anerkennen, so wären J. von Liebig mit einem grossen Teil seiner Lebensarbeit, ferner Männer wie A. Stöckhardt, Emil von Wolff, W. Henneberg, W. Knop, M. Maercker, Alexander Müller, J. B. Boussingault, J. H. Gilbert, um bei abgeschiedenen Vertretern der Agrikulturchemie an Hochschulen stehen zu bleiben, Lückenbüsser gewesen, Diener einer Bastardwissenschaft, die in den landwirtschaftlichen Hochschulen nicht länger geduldet werden soll. Ein Heer von etwa 300 Agrikulturchemikern, die in allen zivilisierten Ländern der Erde eine anerkannt segensreiche Tätigkeit ausüben, wäre aufzulösen, oder sollen etwa diejenigen, in deren Händen die Erforschung der Düngungs- und Fütterungslehre seit den Zeiten J. von Liebigs ruht, an den Hochschulen keine Daseinsberechtigung haben? Dann müssten eben sämtliche angewandte Wissenschaften, zu denen auch jeder andere Teil der Landwirtschaftslehre gehört, aus dem Programm der höheren Unterrichtsanstalten verschwinden.

Was bisher der Agrikulturchemiker lehrte, das soll den naturwissenschaftlichen Fachkollegien zufallen; ganz unzweifelhaft würde gerade in diesen Fachkollegien der studierende Landwirt seine Rechnung nicht finden. Die Dozenten der Chemie, der Botanik, der Tierphysiologie (ebenfalls einer Bastardwissenschaft), der Mineralogie, Geologie usw. sind bis jetzt noch an keiner Universität auf die speziellen Bedürfnisse des studierenden Landwirts eingegangen und haben schon jetzt einen so reichen Vorlesungsstoff zu bewältigen, dass sie sich in ihren Vorlesungen eben auf die allgemeinen Tatsachen beschränken müssen. Auch sind es zwei ganz verschiedene Dinge, in einem naturwissenschaftlichen Einzelfach die Kenntnis der wesentlichen Tatsachen oder die von verschiedenen Fachwissenschaften gelieferten naturwissenschaftlichen Grundlagen der Landwirtschaft darzustellen. Die Einführung der studierenden Landwirte in das Versuchswesen darf nur einem Dozenten überlassen werden, der, mit der Methodik der Agrikulturchemie vertraut, auf diesem Gebiete selbständig tätig ist, anderenfalls Dilettanten erzogen werden.

Die Agrikulturchemie ist nach den Erfahrungen aller im Verbande vertretenen Hochschuldozenten und Versuchsstationsleitern eines der wichtigsten Fächer für den studierenden Landwirt und wird es voraussichtlich auch bleiben, denn sie ist etwa für den Landwirt dasselbe, was die Physiologie für den Mediziner ist. Gegen die Herabsetzung ihrer Bedeutung hiermit Verwahrung einzulegen, hält sich der Verband für verpflichtet, nicht bloss aus Pietät gegen die hervorragenden Vertreter dieser Wissenschaft, die sich nicht mehr selbst verteidigen können, sondern auch ganz besonders im Interesse der Erziehung tüchtiger Landwirte an den Hochschulen."

Die Versammlung nahm diese Kundgebung mit lebhaftem Beifall auf.

10. Lieferungs- und Analysenspielräume (a. a. O. 66. Bd., S. 391).

Die Vertreter des Vereins der Düngerfabrikanten schlagen als Lieferungsspielräume folgende vor:

für Gesamt- und wasserlösliche Phosphorsäure . . .	0.50 %
„ Stickstoff in aller Form	0.25 „
„ Kali in Mischdüngemitteln	0.50 „

Diese Lieferungsspielräume sollen seitens der Lieferanten auf dem Lieferschein bemerkt werden.

Die Versammlung ist hiermit einverstanden.

Als Analysenspielräume werden folgende festgesetzt:

für Gesamt- und wasserlösliche Phosphorsäure . . .	0.3 %
„ Stickstoff in aller Form	0.2 „
„ Kali in Mischdüngemitteln	0.3 „

Die Feststellung des Analysenspielraumes für zitronensäurelösliche Phosphorsäure im Thomasmehl und Kali in reinen Kalisalzen wird vertagt und diese Fragen an den Düngemittel-Ausschuss zur weiteren Prüfung zurückverwiesen.

11. Vorlegung eines Minimaltarifs für Untersuchungen von Düngemitteln, Futtermitteln und Saatwaren (a. a. O. 66. Bd., S. 395).

Folgende „Minimalsätze" sind anzustreben und dem Deutschen Landwirtschaftsrate mit dem Bemerken zu unterbreiten, dass die Sätze einstimmig von den anwesenden Versuchsstationen als „angemessene Minimalsätze" erachtet

wurden; bei den bei dieser Sitzung fehlenden Versuchsstationen soll angefragt werden, ob dieselben mit den Minimalsätzen einverstanden sind.

Minimal-Tarif.

No.	Art der Untersuchung:	Gebühren M.	Gebühren Pf.
1	Gesamt-Stickstoff	4	—
2	Nitrat-Stickstoff	3	—
3	Ammoniak-Stickstoff	3	—
4	Gesamt-Phosphorsäure, Zitratmethode	4	—
5	Wasserlösliche Phosphorsäure, Zitratmethode	4	—
6	Zitronensäurelösliche Phosphorsäure	5	—
7	Feinmehl im Thomasphosphat	1	—
8	Mit Chloroform abtrennbare Substanz in Knochenmehlen	2	—
9	Kali	5	—
10	Karbonate durch Bestimmung der Kohlensäure	3	—
11	Kalk, Magnesia, Eisen, Tonerde, gewichtsanalytisch je	4	—
12	Asche, durch einfache Veraschung	2	—
13	Trockensubstanz	2	—
14	Rohprotein	4	—
15	Fett, gewichtsanalytisch	3	—
16	Eiweiss	6	—
17	Rohfaser	5	—
18	Sand in Futtermitteln	2	—
19	Azidität des Fettes	2	—
20	Weender Futtermittelanalyse	16	—
21	Zucker durch Polarisation in Zuckerrüben	4	—
22	Zucker, gewichtsanalytisch	4	—
23	Reinheit der Futtermittel, Minimum 3 M., sonst nach Zeitaufwand	—	—
24	Reinheit: Getreide und grössere Sämereien 1 M., kleinere Sämereien	2	—
25	Reinheit der Grassamen und Kleearten einschl. Seide	4	—
26	Kleeseide im Rotklee usw.	2	—
27	Kleeseide im Weissklee usw.	3	—
28	Keimfähigkeit: Getreide und grössere Sämereien 2 M., kleinere Sämereien, Klee, Luzerne	3	—
29	Keimfähigkeit der Gräser und Waldsämereien	4	—
30	Keimfähigkeit der Strauss-Rispengräser	6	—
31	Rübenuntersuchung nach Magdeburger Norm	7	50

12. Die Abhaltungen der ordentlichen Hauptversammlungen (a. a. O. S. 250).

Da man sich nicht darüber einigen kann, ob die Versammlungen getrennt oder zusammen mit der Naturforscher-

versammlung abgehalten werden sollen, beschliesst die Versammlung, dass die Erledigung dieses Punktes dem Vorstande des Verbandes überwiesen wird; ferner wird eine Kommission gewählt, welche um wissenschaftliche Vorträge für die Sektion „Agrikulturchemie“ auf der Naturforscherversammlung bemüht sein soll. In die Kommission werden gewählt: EDLER als Obmann, PFEIFFER, STEGLICH, LEMMERMANN.

13. Bericht über die internationalen Atomgewichtszahlen.

Der Verband landwirtschaftlicher Versuchsstationen im Deutschen Reiche beschliesst, vom 1. Januar 1908 ab die zu Anfang des Jahres 1907 von der internationalen Atomgewichtskommission veröffentlichte Atomgewichtstabelle zu benützen, mit der einzigen Ausnahme, dass bei Kalibestimmungen wie bisher zur Berechnung von Kaliumplatinchlorid auf Kali der jetzt im Gebrauch stehende Faktor 0.19308 beibehalten wird.

14. Allgemeine oder irreführende Bezeichnung von Futtermitteln.

Es wird einstimmig beschlossen:

„Der Verband landwirtschaftlicher Versuchsstationen im Deutschen Reiche hält es für unzulässig, dass Verbandsversuchsstationen Futtermittel, deren Bezeichnung ihre Natur nicht erkennen lässt, und Mischfutter (ausgenommen Melassegemische mit einem Melasseträger) empfehlend begutachten.

15. Beurteilung des Vorkommens von Tilletia-Sporen in Futtermitteln.

Die Versammlung beschliesst einstimmig folgende Resolution:

„Solange die Brandsporengefahr durch weitere Versuche mit grösseren Viehbeständen noch nicht hinreichend geklärt ist, ist auch noch weiter auf die eventuelle Schädlichkeit derselben im Sinne des Würzburger Beschlusses hinzuweisen.“

16. Die Probenahme durch beeidete Probenehmer.

Dem Entwurfe des Vereins deutscher Düngerfabrikanten, die Einführung öffentlich angestellter, beeideter und auf ihre Sachkenntnis geprüfter Probenehmer betreffend, wird im allgemeinen zugestimmt.

17. Kalium- oder Natriumperchlorat im Chilisalpeter.

Es wird beschlossen:

Das Perchlorat soll in Zukunft nur auf „Kaliumperchlorat“ berechnet werden.

18. Die Begriffe „Keimungsenergie“ und „Keimfähigkeit“ in der Samenkontrolle.

Diese Fragen werden dem Samenprüfungsausschuss zur Prüfung empfohlen.

19. Der Samenprüfungsausschuss hat beschlossen, Dr. Grosser mit in den Ausschuss zu wählen.

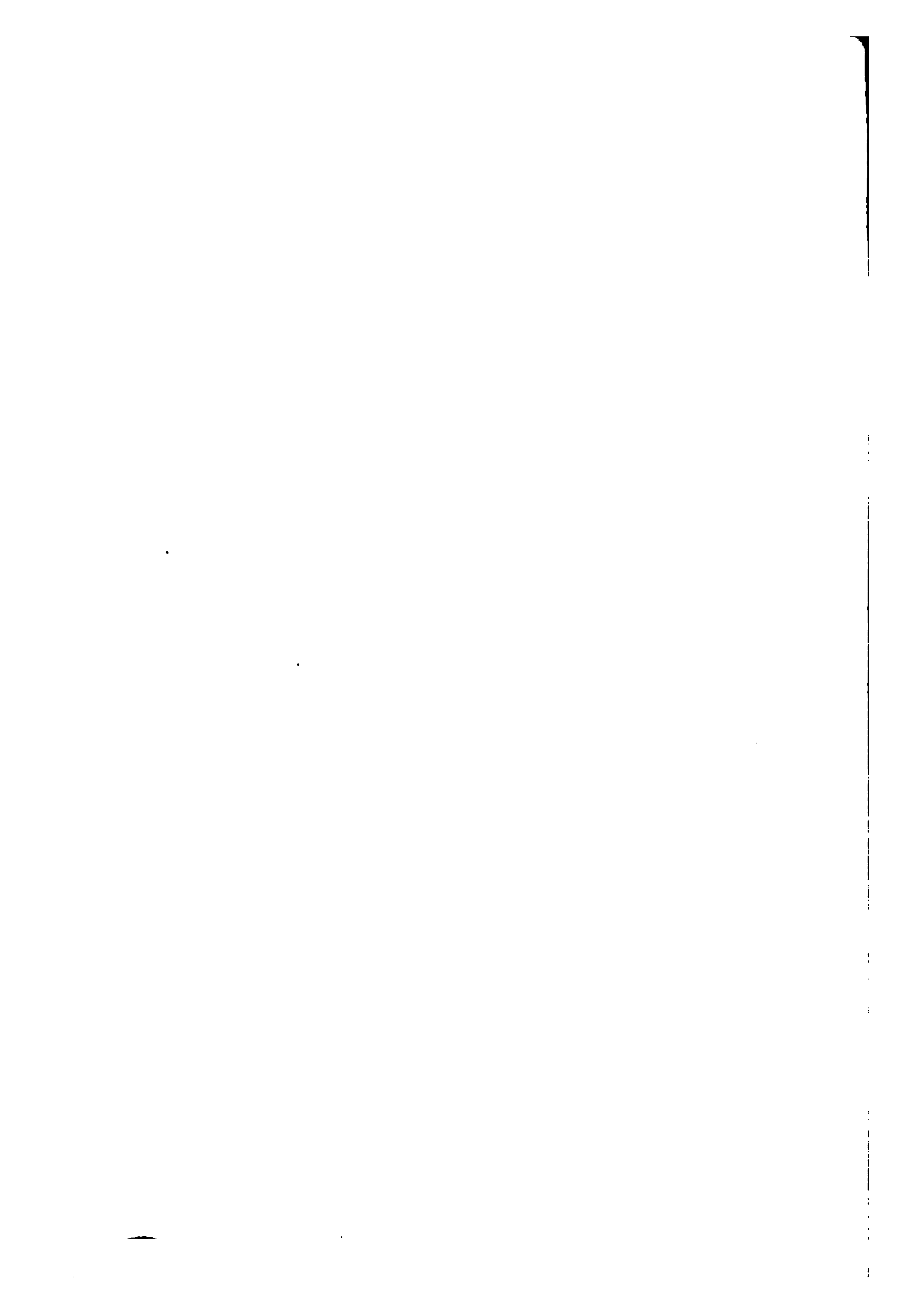
20. Der Vorstand des Verbandes hat beschlossen, für die ferneren Hauptversammlungen zur Führung des Protokolles einen Stenographen zu bestellen.

21. Prof. Dr. Krüger wird beauftragt, einen Bericht an den Vorstand einzureichen, in dem die Steuerfreiheit des Tabaks, der zu Versuchszwecken angebaut wird, zu beantragen ist.

22. Infolge der grossen Reklame, welche zurzeit von gewisser Seite für die Verwendung von Rohphosphaten gemacht wird, beschliesst der Verband folgende Resolution:

„Der Verband zieht aus den über einige Rohphosphate vorliegenden Düngungsversuchen den Schluss, dass sie, abgesehen von sauren Böden, keine rentable Düngewirkung zeigen. Der Verband sieht sich deshalb veranlasst, von der Verwendung der Rohphosphate auf anderen Böden abzuraten.“

O. Böttcher.



Untersuchungen über Korrelationserscheinungen bei mehreren Sorten von Vicia faba *L.*

Von

Dr. KURT ORPHAL.

I. Einleitung.

Entsprechend der zurücktretenden Bedeutung der Pferdebohne, wie überhaupt unserer Hülsenfrüchte, hat eine züchterische Behandlung dieser Pflanze bisher in weit geringerem Maße stattgefunden, als das bei den Getreidearten der Fall ist. Sehr viele Verhältnisse, die bei den letzteren längst geklärt sind, liegen bei den Hülsenfrüchten noch völlig im dunkeln, und so ist auch eine sichere Grundlage für eine erfolgreiche Heranzüchtung von Sorten nicht in genügendem Umfange gegeben.

In der vorliegenden Arbeit sind eingehende Untersuchungen der Eigenschaften von sechs verschiedenen Sorten von Vicia faba *L.* niedergelegt; besondere Berücksichtigung haben die Korrelationserscheinungen erfahren.

Die Anregung zu den nachfolgenden Untersuchungen ging von meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor Dr. W. Edler aus, dem ich auch für die liebenswürdige Beratung und Förderung der Arbeit an dieser Stelle meinen aufrichtigsten Dank ausspreche.

Von der sehr wenig umfangreichen Literatur über den im folgenden zu behandelnden Gegenstand müssen insbesondere die Untersuchungen von Fruwirth — soweit sie veröffentlicht sind — hervorgehoben werden.

Die von dem genannten Autor im Jahre 1900 veröffentlichten „Untersuchungen über die gegenseitigen Beziehungen der Eigenschaften von Hülsenfruchtpflanzen einer Sorte“[1]) führten zu folgenden Resultaten:

---

[1]) Journal für Landwirtschaft 1900, Bd. 48, S. 305ff.

Gleichsinniges Steigen mit dem Gesamtgewicht der Pflanze wiesen auf: Gesamtgewicht der Körner + Hülsen, Höhe der Pflanzen, Gesamtkorngewicht, Zahl der Körner und Zahl der Hülsen.

Nicht so allgemein traten die folgenden Beziehungen in Erscheinung:

Die schwereren Pflanzen weisen meist auf: dickere Stengel, höheres Hülsenschalengewicht, verhältnismässig mehr mehrzählige gegenüber wenigzähligen Hülsen, hohes durchschnittliches Korngewicht, höheres Strohgewicht.

Keine deutlichen Beziehungen lassen sich erkennen zwischen dem Gesamtgewicht der Pflanze und dem prozentischen Anteil des Korngewichtes am Gesamtgewicht der Pflanze und dem prozentischen Anteil des Hülsenschalengewichtes am Gesamtgewicht der Hülsen.

Man kann alle diese Beziehungen, ebenso wie ähnliche bei anderen Pflanzen ermittelte, als Ausdruck der Wüchsigkeit betrachten, indem die grössere Wüchsigkeit, welche durch das höhere Gesamtgewicht der Pflanze angedeutet wird, bei allen anderen genannten Momenten, wenn auch in verschiedenem Grade, zum Ausdruck kommt.

Ebenfalls von FRUWIRTH stammen umfassende Untersuchungen über „das Schalengewicht der Hülsenfruchtsamen und seine Beziehungen zur Art und Grösse derselben“[1]).

Auch hier handelt es sich um Vergleich einer grossen Zahl von Hülsenfruchtsorten, darunter Vicia faba verna und Vicia faba *(Windsor)*.

Fast durchweg fand FRUWIRTH bei den untersuchten Sorten, dass mit Zunahme der Samengrösse innerhalb einer Sorte der prozentische Schalenanteil fällt.

Da ferner nach chemischen Untersuchungen von SCHULZE, in Gemeinschaft mit STEIGER und MAXWELL[2]) einerseits, mit MÄRCKER[3]) andererseits, und BALLAND[4]) die Samenschale der Pferdebohne, wie überhaupt der untersuchten Hülsenfrüchte, sich durch ungemein hohen Gehalt an Rohfaser und grosse Armut an Proteïn und Fett auszeichnet, so kann bei der Frage der

---

[1]) FÜHLINGS landw. Ztg. 1898, S. 443 ff.
[2]) Landw. Versuchs-Stationen 1891, S. 269.
[3]) Journal für Landwirtschaft Bd. 23, S. 163.
[4]) Compt. rend. 1896, S. 551.

Wahl von grossen oder kleinen Samen zur Fütterung und Ernährung kein Zweifel obwalten.

Untersuchungen über Beziehungen zwischen Korngewicht und Sitz der Körner in den Hülsen oder, anders ausgedrückt, über den Sitz des schwersten Kornes in den Fruchtständen der Hülsenfrüchte sind zuerst von Wollny[1]), allerdings nur in geringerem Umfange, vorgenommen. Diese Untersuchungen beziehen sich neben Erbse und weisser Lupine auch auf Ackerbohnen und ergeben als Regel ein Ansteigen der Kornschwere innerhalb einer Hülse vom Stiel ab bis zum zweiten und dritten Korn und darauffolgendes Fallen des Korngewichtes gegen das Ende der Hülse hin. Unter den 9 vorgenommenen Wägungen ergaben sich 2 Ausnahmen von dieser Regel, bei welchen das erste Korn schwerer war als die folgenden.

Auf ein erheblich umfangreicheres Material stützen sich diesbezügliche Angaben von Fruwirth[2]), der diese Verhältnisse bei 28 Hülsenfruchtsorten untersuchte.

Bei Betrachtung der von ihm gefundenen Zahlen zeigt sich von Gültigkeit für sämtliche untersuchten Hülsenfrüchte, dass unter „gleichzähligen" Hülsen das schwerste Korn in der schwersten Hülse sich befindet.

Mit geringen Ausnahmen betrachtet Fruwirth ferner folgende Verhältnisse als für sämtliche Hülsenfrüchte geltend:

1. Das schwerste Korn unter verschiedenzähligen Hülsen sitzt sehr häufig in 1körnigen Hülsen, dagegen fast nie in jenen Hülsen, welche die grösste Zahl Körner aufweisen, die überhaupt in der betreffenden Sorte vorkommt.
2. In der einzelnen Hülse ist der Sitz des schwersten Kornes wechselnd, es findet sich sowohl am Stielansatz als auch weiter von diesem weg. Letzterer Fall, welcher meist mit einem Ansteigen des Korngewichtes vom Stielende zum schwersten Korn und einem Fallen des Korngewichtes gegen das Ende der Hülse zu verbunden ist, wird sehr häufig angetroffen. Am seltensten findet sich der Sitz des schwersten Kornes am äussersten Ende der Hülse.

---

[1]) Wollny, Saat und Pflege der landw. Kulturpflanzen S. 172.

[2]) Derselbe, Forschungen auf dem Gebiet der Agrikulturphysik 1892, S. 73 ff.

3. Wählt man bei einer Sorte schwere und leichte Hülsen aus, so erhält man in den schwereren Hülsen auch mit wenigen Ausnahmen die Hülsen mit der grösseren Zahl Körner.

Die unter 2. angeführte Behauptung von Fruwirth, dass „das schwerste Korn am seltensten am äussersten Ende der Hülse sich findet", betrachtet Feldmann[1]) als von ihm widerlegt. Feldmann glaubt in seiner Arbeit nachgewiesen zu haben, dass von einem Zusammenhang zwischen Produktionsfähigkeit und Sitz in der Schote (Hülse!) keine Rede sein kann, da z. B. von ihm in 2 Fällen das produktivste Korn je einmal am Anfang und am Ende der Hülse gefunden wurde.

Demgegenüber mag darauf hingewiesen sein, dass Feldmann zu dem Schluss, dass bei Erbsen keine bestimmten Beziehungen zwischen produktivstem Korn und Sitz in der Hülse bestehen, auf Grund der Untersuchung von 4 Hülsen gelangt ist, während Fruwirth eine grössere Anzahl Pflanzen mehrerer Erbsensorten zu seinen Ermittelungen heranzog.

Im Anschluss hieran seien noch die von Clausen an Pferdebohnen ermittelten Verhältnisse erwähnt.

Clausen[2]) machte es sich zur Aufgabe, einmal festzustellen, ob auch bei Pferdebohnen eine sorgfältige Körnerauswahl zugleich eine Pflanzenauswahl sein kann, ob also eine wechselseitige Beziehung zwischen Korngrösse und Wüchsigkeit besteht; andererseits suchte er zu ermitteln, ob Vielsamigkeit der Hülsen vererbbar ist.

Aus seinen mehrjährigen Versuchen in dieser Richtung, die sich auf Pferdebohnen ungenannter Sorte beziehen, mögen hier nur die als bewiesen zu betrachtenden Schlussfolgerungen Platz finden:

1. Ein besonderer Sitz für grosse und schwere Körner in der Bohnenpflanze ist nicht nachweisbar; bei langsam abschliessender Hülsenbildung während des Sommers sind im oberen Drittel der Pflanze der Regel nach die kleineren Samenkörner vorhanden.
2. Die wüchsigen Pflanzen mit grosser Hülsen- und Körnerzahl haben im Durchschnitt schwerere Körner als die weniger

[1]) Feldmann, Beiträge zur Kenntnis der Individualität des Saatkornes bei Weizen, Gerste und Erbsen. Bonn 1897, S. 90.

[2]) Clausen, Resultate von Feldversuchen. Berlin 1900.

wüchsigen Pflanzen, so dass eine sorgfältige Körnerauswahl nach der Grösse auch einer Auswahl besserer Pflanzen gleichkommt.

3. Das Einzelgewicht der Körner einer Hülse wird von der in dieser vorhandenen Zahl wenig beeinflusst.
4. Bei Auswahl von Saatgut aus grossen bezw. vielsamigen Pflanzen ist die Vererbung der grösseren Produktionsfähigkeit bei den direkten Nachkommen deutlich erkennbar.
5. Durch Auswahl vielsamiger Hülsen zur Saat lässt sich scheinbar die Vielsamigkeit der Hülsen, mit Sicherheit aber der Ertrag für die Pflanze steigern.
6. Die Auswahl grosser Körner ist ein bequemes und sicheres Mittel, den Ertrag für die Pflanze zu erhöhen. Der hier erreichte grössere Ertrag ist zum Teil der besseren Ernährung der Keimpflanze, infolge reichlicher Reservestoffe, zum Teil aber auch der besseren Abstammung der von grossen Pflanzen vererbten Wüchsigkeit zu verdanken.
7. Um eine durch Saatauswahl geerbte Wüchsigkeit konstant zu erhalten, wird es zweckmässig sein, die Bohnen isoliert anzubauen, damit die Bestäubung seitens der Insekten mit Pollenstaub geringwertiger Bohnen tunlichst vermieden wird.

II. Allgemeines über die Anstellung der Versuche.

Zu den Untersuchungen des Jahres 1905 wurden 5 Sorten von Vicia faba herangezogen, die folgendermaßen zu klassifizieren sind:

I. Vicia faba major (Grosse Ackerbohne, Saubohne, Puff- oder Gartenbohne):
1. Deutsche (Holsteinische) Marschbohne.
2. Holländische (Westpolder) Marschbohne, Mansholt-Westpolder (Holland).

II. Vicia faba minor (Pferdebohne, gemeine Pferdebohne, gemeine oder kleine Ackerbohne):
1. Kleine (Thüringer) Feldbohne.
2. Halberstädter Feldbohne, Beseler-Weende.
3. Eckendorfer Feldbohne, v. Borries-Eckendorf.
4. Kirsches Feldbohne (erst 1906 angebaut), Kirsche-Sundhausen.

Die zu Vicia faba major gehörenden Marschbohnen unterscheiden sich von den Feldbohnen vor allem durch massigere

Entwickelung aller Teile mit Ausnahme des Stengels, der in der Länge den Feldbohnen nachsteht. Die Hülsen und Samen sind plattgedrückt und erheblich grösser als die der Feldbohnen; die Körner sind ferner an dem stark verdickten Nabelende sofort zu erkennen. Die ersten Blüten erscheinen in tiefer stehenden Blattknoten und ergeben Hülsen, deren Zahl pro Blattknoten selten mehr als 2 beträgt. Die Vegetationsdauer ist im Verhältnis zu der der Feldbohnen eine kürzere. Das 1000-Korngewicht der beiden Marschbohnen ist nach der unten folgenden Zusammenstellung erheblich höher als das der Feldbohnen.

Die oben unter Vicia faba minor aufgeführten Feldbohnen haben ausser den schon angedeuteten Merkmalen kleine runde Hülsen und ebensolche Körner. Die Fiederblätter sind ebenfalls kleiner als bei den Marschbohnen, während die Zahl der Fieder-

Gesamt-Mittel aus je

Sorte:	Gewicht der Pflanze ohne Blätter	Länge des Stengels		Dicke des Stengels	Gewicht der Körner + Hülsen	Der Körner			Der Hülsen		
		absolute	bis zum 15 Knoten			Zahl	Gewicht	Einzelgewicht	Zahl	Gewicht	Einzelgewicht
	g	cm	cm	mm	g		g	g		g	g
Deutsche Marschbohne	18.32	80.7	65.0	6.97	12.69	11.1	9.80	0.90	4.8	2.88	0.60
Holländische Marschbohne	16.19	62.4	51.8	6.54	12.15	8.5	9.21	0.99	3.0	2.94	1.00
Kleine Feldbohne	12.70	86.2	67.7	6.12	8.31	13.4	6.66	0.50	5.1	1.65	0.33
Halberstädter Feldbohne	13.03	83.2	67.4	6.16	9.45	10.6	7.42	0.70	4.2	2.03	0.47
Eckendorfer „	12.75	79.0	64.2	5.94	8.70	10.8	6.83	0.63	4.4	1.87	0.42

1000-Korngewicht.

Es wogen:

Sorte:	200 Körner I. Probe g	200 Körner II. Probe g	Also 1000 Körner g
I. Deutsche Marschbohne	239.64	243.92	1208.9
II. Holländische Marschbohne	233.12	241.24	1185.9
III. Kleine Feldbohne	116.10	120.18	590.7
IV. Halberstädter Feldbohne	171.23	176.45	869.2
V. Eckendorfer Feldbohne	140.93	142.55	708.7
VI. Kirsches Feldbohne	181.98	184.30	915.7

blätter in den einzelnen Blattknoten bei beiden Gruppen keine nennenswerten Verschiedenheiten zeigt. Die Hülsen sitzen bei den Feldbohnen in der Regel zu mehreren in den Blattachseln.

Die Eckendorfer Feldbohne ist durch Auswahl von gut mit Hülsen besetzten Pflanzen gezüchtet worden.

Für die Züchtung Kirsches Feldbohne ist die Wahl von mehrstengeligen, reich besetzten Pflanzen mafsgebend gewesen.

Eine Darstellung der absoluten Sortenunterschiede soll die nachfolgende Tabelle bieten, die das Gesamtmittel aus je 100 Individuen enthält. Da es sich um eine immerhin geringe Anzahl Pflanzen von einem einzigen Standort handelt, sind die hier aufgeführten Zahlen für eine eingehendere Charakteristik der einzelnen Sorten nicht verwendbar.

100 Pflanzen. 1905.

Körnigkeit der Hülsen:					Zahl der Hülsen im Blattknoten:											Verhältnis von 1 u. 2 : 3—5 körnigen Hülsen	Sitz der Hülsen in IV—VII : VIII—XIV Blattknoten
1	2	3	4	5	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	100 :	100 :
1.10	1.64	1.64	0.42	0.01	0.02	0.23	1.06	1.34	1.00	0.67	0.36	0.17	0.07	0.01	0.01	80.4	96.5
0.28	0.69	1.36	0.65	0.22	0.01	0.79	1.03	0.58	0.50	0.18	0.01	0.01	—	—	—	267.2	31.9
0.61	1.66	1.98	0.94	0.02	—	—	0.12	0.88	1.30	1.36	0.84	0.43	0.24	0.02	0.03	131.8	461.1
0.73	1.41	1.51	0.67	—	—	0.09	0.81	1.24	1.01	0.66	0.34	0.19	0.08	—	—	106.8	114.8
0.81	1.42	1.59	0.64	0.02	—	0.09	0.72	1.21	1.00	0.68	0.41	0.29	0.04	0.04	—	125.0	117 9

Die vorstehenden Sorten (ausser Kirsches Feldbohne) wurden 1905 in dem in der Flur des Dorfes Zwätzen belegenen Versuchsfeld des landwirtschaftlichen Instituts der Universität Jena in nebeneinander liegenden Parzellen angebaut.

Der Boden dieses Versuchsfeldes ist als ein sehr fruchtbarer, milder, kalkhaltiger, humoser Lehmboden von grosser Mächtigkeit anzusprechen; der Untergrund unterscheidet sich nur durch den etwas geringeren Humusgehalt von der Oberkrume.

Über Zeitpunkt der Saat, Saatmenge, Aufgang, Beginn der Blüte, sowie über den Zeitpunkt der Ernte gibt folgende Zusammenstellung Aufschluss:

	Saat	Saatmenge kg	Aufgang	Beginn der Blüte	Ernte
1. Deutsche Marschbohne . .	22. März	5.70	22. April	31. Mai	8. Aug.
2. Holländische Marschbohne	22. „	5.59	22. „	26. „	8. „
3. Kleine Feldbohne . . .	22. „	3.76	19. „	6. Juni	8. „
4. Halberstädter Feldbohne .	22. „	5.05	20. „	1. „	8. „
5. Eckendorfer Feldbohne .	22. „	4.78	21. „	1. „	8. „

Die Grösse der Parzellen betrug für die holländische Marschbohne 1.68 a, für die übrigen 4 Sorten gleichmässig 1.87 a.

Das Feld war vor der Saat vollkommen gleichmässig bearbeitet und gedüngt worden; auch die Vorfrucht war dieselbe, so dass die für Sortenvergleiche unerlässliche Vorbedingung der Entwickelung unter völlig gleichartigen Verhältnissen in jeder Weise erfüllt war. Das Auslegen der Samen erfolgte mit der Hand, und zwar wurden nach Aufhacken der Pflanzstellen (Entfernung $33^1/_3$ cm im Quadrat) immer 2—4 Samen eingelegt. Eine Beschädigung durch die Bohnenblattlaus (Aphis Papaveris *Fabr.*) fand in auffallend geringem Maſse statt; der Grund hierfür dürfte in der, der Entwickelung der Blattläuse wenig günstigen feuchten Witterung während der Vegetationszeit zu suchen sein. Von anderen Schädlingen wurde in grösserer Menge nur der Ackerbohnenkäfer (Bruchus rufimanus) in den Samen angetroffen.

In der Entwickelung zeigte die holländische Marschbohne zunächst einen nicht unerheblichen Vorsprung, trat einige Tage früher in das Stadium der Reife ein und zeigte von allen Sorten die geringste Pflanzenhöhe.

Die absolute Höhe des Hauptstengels betrug im Durchschnitt von je 100 Pflanzen bei der

Deutschen Marschbohne	80.7 cm.
Holländischen Marschbohne	62.4 „
Kleinen Feldbohne	86.2 „
Halberstädter Feldbohne	83.2 „
Eckendorfer Feldbohne.	79.0 „

Über Verschiedenheiten der Sorten bezüglich Blattgrösse, Blattzahl in den einzelnen Blattknoten, Blütenzahl und -folge wurden erst im folgenden Jahre eingehendere Untersuchungen angestellt.

Am 4. Juli, nachdem alle Sorten in der Hauptsache abgeblüht hatten, wurden von je 10 in derselben Querreihe stehenden Pflanzen mitten aus dem Bestande die Blätter abgeschnitten, sodann bis zum konstanten Gewicht getrocknet. Da an den untersten Blattknoten bereits einige Blätter abgewelkt waren, mussten die Blätter der 4 ersten Blattknoten ausgeschieden werden.

	Die Blätter wogen: frisch	Die Blätter wogen: lufttrocken
	g	g
1. Deutsche Marschbohne	33.42	3.95
2. Holländische Marschbohne . . .	26.00	3.34
3. Kleine Feldbohne	22.81	2.52
4. Halberstädter Feldbohne	25.22	3.24
5. Eckendorfer Feldbohne	24.91	3.18

Auf diese Ergebnisse werde ich später bei Vergleich mit ähnlichem Material des Jahres 1906 näher eingehen.

Um für die Hauptuntersuchung nach der Ernte von jeder Sorte ein möglichst einwandfreies Material zu bekommen, erntete ich aus der Mitte des Versuchsfeldes quer durch alle 5 Parzellen 4 Reihen gesondert, so dass ich von jeder Sorte ca. 80 Pflanzstellen traf. Selbstverständlich wurden die Pflanzen nicht geschnitten, sondern mit der Wurzel ausgezogen.

Nach Ausscheiden der Pflanzen mit Verzweigungen, sowie derjenigen wenigen mit ausgefallenen Hülsen blieben mir von jeder Sorte mindestens 100 Individuen für die folgende Verarbeitung.

Nach völligem Trocknen der Pflanzen wurde nun zunächst das Abschneiden der Wurzeln vorgenommen, und zwar erfolgte dies gleichmässig unmittelbar unterhalb des unteren der beiden Niederblätter, die bei der Pferdebohne vor dem Erscheinen der echten Blattknoten auf die Keimblätter folgen. Die Wurzeln mussten natürlich von weiteren Untersuchungen ausgeschlossen werden, da angesichts des erheblichen Tiefganges der Hauptwurzel selbst bei vorsichtigstem Ausreissen immer Wurzelteile im Boden verbleiben.

Ebenso hielt ich es für ratsam, aus dem Gesamtgewicht der Pflanzen das Gewicht der Blätter von vornherein auszuschalten, da viele Stengel überhaupt keine Blätter mehr aufwiesen, während namentlich an den besonders kräftigen Pflanzen noch eine grosse Zahl Blätter sassen.

Fruwirth hat bei seinen Untersuchungen die Blätter mitgewogen, macht aber auch ausdrücklich auf die dadurch bedingten Ungenauigkeiten bei Betrachtung des Gesamtgewichtes der Pflanze aufmerksam. Er hat aus diesem Grunde auf das Gesamtgewicht der Pflanze als Maſsstab bei der Gruppierung der Pflanzen verzichtet und an seine Stelle das Gewicht der Körner + Hülsen gesetzt. Wir können im folgenden in Anbetracht der Ausschaltung der genannten Ungenauigkeit den entschieden bequemeren Maſsstab des Gewichtes der Pflanze ohne Blätter wählen.

Die Wahl eines solchen praktischen Maſsstabes halte ich für besonders wichtig.

Die Länge des Stengels ist gemessen von der Stelle ab, an der die Wurzel entfernt worden war. Ausser der Gesamtlänge wurde noch die Länge des Stengels bis zum 15. Knoten angegeben. Der 15. Knoten ist gewählt worden, weil die kleinsten Pflanzen noch so viel Knoten aufwiesen, andererseits Pflanzen mit abgebrochenen Spitzen wenigstens bis dahin sich erhalten zeigten.

Die Dicke des Stengels wurde mittelst einer vom Universitätsmechaniker Apel in Göttingen gelieferten Messgabel genau in der Mitte zwischen dem 2. Niederblatt und dem 1. echten Blattknoten gemessen, und zwar in 2 aufeinander senkrechten Richtungen. Es erscheint diese Art der Messung zweckmässiger als die von Fruwirth oberhalb der Ansatzstelle des unteren Niederblattes vorgenommene, da die Anschwellung der Indernodien nach dem Blattknoten und auch nach der Ansatzstelle der Niederblätter eine ungleichartige zu sein pflegt.

Ausserdem stören beim Messen zwischen den Niederblättern die häufig noch bis zur Ansatzstelle des 2. Niederblattes auftretenden Wurzeln. Die in der Anhangstabelle I für die Dicke angegebenen Zahlen sind die aus den beiden Maſsen gezogenen Mittel; die Differenz zwischen den beiden Maſsen betrug höchstens 0.3 mm, bei sehr vielen Pflanzen stimmten beide überein.

Von den übrigen in der Tabelle I angegebenen Momenten sei nur noch für den „Sitz der Hülsen im Blattknoten“[1]) bemerkt,

---

[1]) Die Bezeichnung „Blattknoten“ ist, obgleich für die Hülsenfrüchte nicht ganz korrekt, von den Getreidearten übernommen worden. Dementsprechend habe ich auch die Bezeichnung „Internodien“ hier angewandt.

dass hier wie auch weiter unter Blattknoten nur die echten zu verstehen sind, d. h. also unter Ausschluss des Ansatzes der beiden Niederblätter.

Die Gruppierung der Pflanzen habe ich auch im Gegensatz zu Fruwirth nicht nach der Zahl der Individuen (also etwa je 5 oder 10 Pflanzen), sondern nur nach Pflanzengewicht vorgenommen in der Weise, dass je 1 g Pflanzengewicht von einer aus der Anhangstabelle I ersichtlichen Grenze ab eine Gruppe ausmacht. Nur die etwa 5 leichtesten und schwersten Pflanzen habe ich der Einfachheit halber zusammengefasst. Diese von mir nach Pflanzengewicht vorgenommene Gruppierung muss ein deutlicheres Bild bei Feststellung von Korrelationen ergeben; denn wenn ich beispielsweise die in der 8. Gruppe der Anhangstabelle I enthaltenen 15 Pflanzen in drei aufeinander folgenden Gruppen angeben wollte, so würde zweifellos eine sonst deutliche Steigerung der Zahlen für eine Eigenschaft hier eine Unterbrechung erfahren, die aber nach dem Gesagten nur eine scheinbare ist.

Für alle festgestellten Momente sind in der Tabelle I die Mittel für die einzelnen Gruppen aufgeführt und am Schluss das Gesamtmittel angegeben. Dieses Gesamtmittel ist aber nicht etwa aus den Gruppenmitteln, sondern aus der Gesamtzahl der Individuen berechnet. Die Gruppenmittel könnten nur dann als Grundlage für die Berechnung dienen, wenn es sich in allen Gruppen um gleichviel Individuen handelte.

Wurzeluntersuchungen konnten im Jahre 1905 nicht durchgeführt werden, da eine einwandfreie Gewinnung der Wurzeln unmöglich war.

Ein Abschlämmen der Erde in einen zu ziehenden Graben zwecks Blosslegung der Wurzeln konnte in Ermangelung genügender Wassermengen nicht vorgenommen werden; andererseits verbot sich diese Maſsregel auch von selbst in der Erwägung, dass durch eine solche Manipulation das betr. Versuchsstück, sowie die benachbarten Parzellen für weitere Versuche ungeeignet werden mussten.

Ein Versuch, mittelst eines eigens zu vorliegendem Zwecke angefertigten 1 m hohen Hohlzylinders von Eisenblech mit gestählter und geschärfter Schneide und einem Durchmesser von 30 cm eine genügend hohe Bodensäule mit einer Pflanze in der Mitte herauszuheben, misslang; der Zylinder liess sich in den

Boden nur etwa 20 cm eintreiben. Es musste deshalb diese Untersuchung auf das nächste Jahr verschoben werden, indem sie in Töpfen mit Erfolg durchgeführt werden konnte.

III. Die Methoden zwecks Feststellung von Korrelationen.

Die Verarbeitung des gewonnenen Materials zwecks Feststellung von Korrelationen und namentlich auch Darstellung des Korrelationsgrades kann in verschiedener Weise erfolgen. Die sehr erhebliche Variabilität unserer Kulturpflanzen bewirkt, dass ein absolutes Steigen oder Fallen einer Eigenschaft im Vergleich zu einer anderen bei Betrachtung der von den einzelnen Individuen einer Sorte gewonnenen Zahlen selten zu beobachten ist. Erst eine Gegenüberstellung von Mittelzahlen deutet die Intensität der Korrelation an. Dass diese Mittelzahlen aber nicht aus einer immer gleichen Anzahl Individuen, sondern zweckmässiger aus Individuen mit annähernd gleichem Ausmaſs für die betr. Eigenschaft gezogen werden, wurde bereits erwähnt (cfr. S. 341).

Eine für manche Zwecke genügende Klärung des Bildes würde man vielleicht dadurch erreichen, dass man die erste Zahl der Eigenschaft, die mit der als Maſsstab dienenden verglichen werden soll, = 100 setzt und die folgenden Zahlen dann in Prozenten angibt. Einen bestimmten Ausdruck für die Korrelationsintensität erhält man aber bei diesem Modus nicht; man ist gezwungen, zu Angaben seine Zuflucht zu nehmen, wie: „es scheint eine Korrelation angedeutet zu sein" u. a. m., mit denen der Züchter nichts anfangen kann, und noch weniger der Theoretiker.

Ähnliche Erfolge werden erzielt, wenn für jede Eigenschaft das Gesamtmittel berechnet, = 0 gesetzt wird und dann die Abweichungen von diesem Mittel nach oben und unten eingetragen werden. Hierbei ist auch daran festzuhalten, dass das Gesamtmittel nicht aus den einzelnen Gruppenmitteln, sondern den gesamten Individuen gezogen wird.

Mit einer so oberflächlichen Aufstellung konnte ich mich um so weniger begnügen, als meine Aufgabe, die Korrelationsintensität der betr. Eigenschaften bei fünf verschiedenen Sorten vergleichend festzustellen, so nicht hätte erfüllt werden können.

Eine ebenfalls mit Mittelzahlen arbeitende, aber genauere Resultate ergebende Methode ist nach FRUWIRTH[1]) in letzter Zeit von VERSCHAFFELT (Korrelation zwischen Länge und Breite der Blätter von Oenothera *Lam.*) und CAESAR DE BRUYKER (Korrelation zwischen Halm- und Ährenlänge) angewendet worden. Es werden hierbei die Abweichungen der für die einzelnen Gruppen und Eigenschaften gefundenen Mittelzahlen von dem Individuenmittel berechnet, die einzelnen dieser Differenzen durch das Gesamtmittel dividiert und das Verhältnis der Quotienten je zweier Eigenschaften festgestellt. Ist dieses Verhältnis 1 : 1, so ist die Korrelation eine „vollkommene"; sie ist eine „annähernde", wenn das Verhältnis nahezu 1 : 1 beträgt. Mit der Einführung dieser Begriffe: „vollkommene und annähernde Korrelation" ist jedoch ein wesentlicher Gewinn gegenüber den oben genannten Methoden nicht erzielt.

Den Vorzug grosser Übersichtlichkeit hat die von GALTON eingeführte und von PEARSON später verbesserte Methode, deren Grundzüge nach DUNCKER[2]) folgende sind:

„Die bequemste tabellarische Übersicht über die kombinierte Variation zweier Merkmale erhält man, wenn man die beobachteten Varianten jedes derselben ihren Zahlenwerten nach geordnet von einem gemeinsamen Minimum aus rechtwinklig zueinander aufschreibt und an den durch je 2 Varianten bestimmten Punkten des so entstehenden Feldes die beobachtete Häufigkeit ihrer Kombination notiert. Eine derartige Tabelle sei als Kombinationsschema[3]) bezeichnet. Die Summe aller Kombinationsfrequenzen muss gleich der Summe der untersuchten Individuen, die Summe der in einer horizontalen oder vertikalen Reihe stehenden gleich der Häufigkeit der am Kopf der Reihe stehenden Variante unter allen untersuchten Individuen sein. Im Kombinationsschema sei die am Kopf einer solchen Reihe stehende Variante des einen Merkmals als supponierte Variante bezeichnet, die Reihe selbst, welche eine Variationsreihe des anderen Merkmals darstellt, als zugeordnete Variationsreihe dieses Merkmals."

---

[1]) FRUWIRTH, Züchtung der landw. Kulturpflanzen Bd. I, 2. Aufl., S. 179.

[2]) DUNCKER, l. c. S. 149.

[3]) Zum besseren Verständnis der folgenden Ausführungen sei auf die Korrelationstabelle S. 347 verwiesen.

Für jede supponierte Variante berechnet GALTON nun das Mittel der entsprechenden Variationsreihe des zugeordneten Merkmals, ferner die Differenzen einerseits dieser Mittel von dem totalen Mittelwert des zugeordneten Merkmals, andererseits der supponierten Varianten von dem totalen Mittelwert des supponierten Merkmals. Diese Differenzen werden durch die Variabilitätsindizes ihrer Merkmale als „relative Abweichungen", von JOHANNSEN[1]) als „Standardabweichungen" bezeichnet, ausgedrückt; es findet sich in der Literatur auch wohl die Bezeichnung „mittlere Abweichungen", nicht zu verwechseln mit dem arithmetischen Mittel. Das Mittel der Quotienten der letzteren Grössen ergibt dann eine unbenannte Zahl, den Korrelationskoeffizienten oder die „GALTONsche Funktion".

Über den Wert dieser GALTONschen Methode spricht sich DUNCKER[2]) wie folgt aus:

„Der Nachteil derselben liegt darin, dass die empirischen Kombinationsfrequenzen infolge der Mittelwertbildung dabei unberücksichtigt gelassen werden und der Quotient einer nur selten vorkommenden supponierten Variante denselben Einfluss auf den Verlauf der Berechnung ausübt, wie der einer sehr stark vertretenen."

Eine wesentliche Vereinfachung und Verbesserung der GALTONschen Methode erzielte PEARSON durch Einführung der BRAVAISschen Formel, wodurch die Bestimmung der einzelnen „zugeordneten" Mittelwerte überflüssig wird.

Zwecks Durchführung der Rechnung nach dieser Formel ist es erforderlich, das GALTONsche Kombinationsschema, das auch Korrelationstafel oder Korrelationsfeld genannt wird, zu zerlegen. Dies geschieht, indem man von den beiden Variationsreihen die Lage des Individuum-Mittels feststellt und von diesen Punkten je eine Senkrechte errichtet, so dass das Korrelationsfeld in 4 Teile (Quadranten) zerfällt.

Es ist nun ohne weiteres klar, dass bei dem Vorhandensein einer idealen positiven Korrelation auf der von dem Minimum der beiden zu vergleichenden Merkmalen, also in der folgenden Tabelle (S. 347) von links oben durch den Schnittpunkt der

[1]) JOHANNSEN, Über Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien. Jena 1903, S. 17.

[2]) DUNCKER, l. c. S. 153.

beiden senkrechten gezogenen Diagonale sämtliche Individuen gleichmässig verteilt sein müssen.

Es würde demnach in den beiden von der Diagonale durchlaufenen Quadranten I und IV die Individuenzahl gleich sein, während die beiden anderen Quadranten II und III vollständig leer bleiben.

Sind dagegen die Kombinationsfrequenzen über das ganze Korrelationsfeld verstreut, so ist damit der Beweis erbracht, dass eine Korrelation nicht vorhanden ist.

Zwischen diesen beiden Fällen liegen dann die verschiedenen Abstufungen für den Grad der Korrelationsintensität; die letztere wird um so erheblicher sein, je geringer die Individuenzahl in den Quadranten II und III ist.

Auf die Art der Aufrechnung nach der Bravaisschen Formel kann hier nicht näher eingegangen werden, sie findet sich u. a. bei Duncker[1]) an einem Beispiel erläutert. Der genannte Autor führt eine weitere sehr beachtenswerte Erleichterung der Rechnung an (S. 155).

Zur Verarbeitung meines gesamten Materials erwies sich auch diese Methode als zu umständlich, da es sich um Vergleiche mehrerer Eigenschaften bei mehreren Sorten handelte.

In Anlehnung an die — wie beschrieben — abgeänderte Galtonsche Methode fand ich einen Modus, der den Vorteil hat, dass man in relativ kurzer Zeit eine grosse Anzahl von Eigenschaften untersuchen kann, und der dabei dennoch eine genügende Genauigkeit zulässt. Für besonders wichtig für den Züchter erachte ich, nicht mit Mittelzahlen zu arbeiten, einmal der grösseren Ungenauigkeiten wegen, zum andern namentlich aber auch aus dem Grunde, weil dann die Auffindung von Mutationen in dem Korrelationsschema unmöglich ist.

Die gewählte Methode sei an folgendem Beispiel erläutert:

Es soll die Korrelationsintensität mehrerer Eigenschaften einer Sorte festgestellt werden.

Da ein Vergleich einer Eigenschaft mit mehreren anderen zugleich grosse Schwierigkeiten macht, ist es nötig, für jedes einzelne zu vergleichende Merkmal ein besonderes Schema aufzustellen, in dem das Gewicht der Pflanze das „supponierte", d. h. zugrunde gelegte Merkmal ist; die andere Eigenschaft wäre

[1]) Duncker, l. c. S. 154 und 181.

dann als das „zugeordnete“ Merkmal zu bezeichnen. In unserem Beispiel sei das Gewicht der Körner pro Pflanze „zugeordnet“.

Beide Merkmale haben ein gemeinsames (leeres) Anfangsfeld[1]) und beginnen dann ihre Reihe mit ihrem Minimum, das wie die folgenden Varianten mit ganzen Zahlen, im vorliegenden Falle = Gramm entsprechend, angegeben ist.

Alle Dezimalbrüche sind weggelassen und nur die entsprechenden ganzen Zahlen berücksichtigt.

Das Gesamtmittel für „Gewicht der Pflanze“ beträgt 18.32 g, das für „Gewicht der Körner“ 9.80 g. Bei allen folgenden Berechnungen liess ich die in dem Lagepunkt des Mittels zu errichtende senkrechte mit der nächstliegenden Variantenordinate zusammenfallen; es ist demnach im ersten Falle die Variantenordinate 18, im zweiten Falle die Ordinate 10 die Senkrechte.

Der Kürze wegen und um Irrtümer zu vermeiden, habe ich im folgenden bei positiven Korrelationen die Quadranten I und IV als Korrelationsquadranten (I oberer, II unterer), II und III als Deklinationsquadranten (I oberer, II unterer), als die Abweichungen enthaltenden, bezeichnet.

Die durch die Quadranten I und IV laufende Diagonale soll als Korrelationsdiagonale bezeichnet werden.

Bei negativen Korrelationen würden dann die beiden Quadrantenpaare ihre Bezeichnung entsprechend vertauschen, die Korrelationsdiagonale würde die die Quadranten II und III durchlaufende sein.

Die Zahl der Kombinationsfrequenzen pro Variantenreihe ist den Merkmalsreihen gegenüber liegend angegeben. Die Gesamtzahl dieser Frequenzen muss in beiden Reihen gleich der untersuchten Individuenzahl, also in den folgenden Tabellen = 100 sein.

In dem vorliegenden Beispiele ist die Korrelation schon beim ersten Blick auf die Tabelle zu erkennen; die Kombinationsfrequenzen sind deutlich in der Richtung der Korrelationsdiagonale angeordnet und zum weitaus grössten Teil in den beiden Korrelationsquadranten belegen. In den Deklinationsquadranten finden sich insgesamt nur 5 Frequenzen, die wir kurz als Abweichungen bezeichnen wollen, obgleich sie noch nicht die wirklichen Abweichungen von dem Korrelationsverlauf darstellen. In dem der folgenden Tabelle angefügten Kreuz sind die Summen der Kombinationsfrequenzen für die einzelnen Quadranten angegeben.

[1]) cfr. Tabelle S. 347.

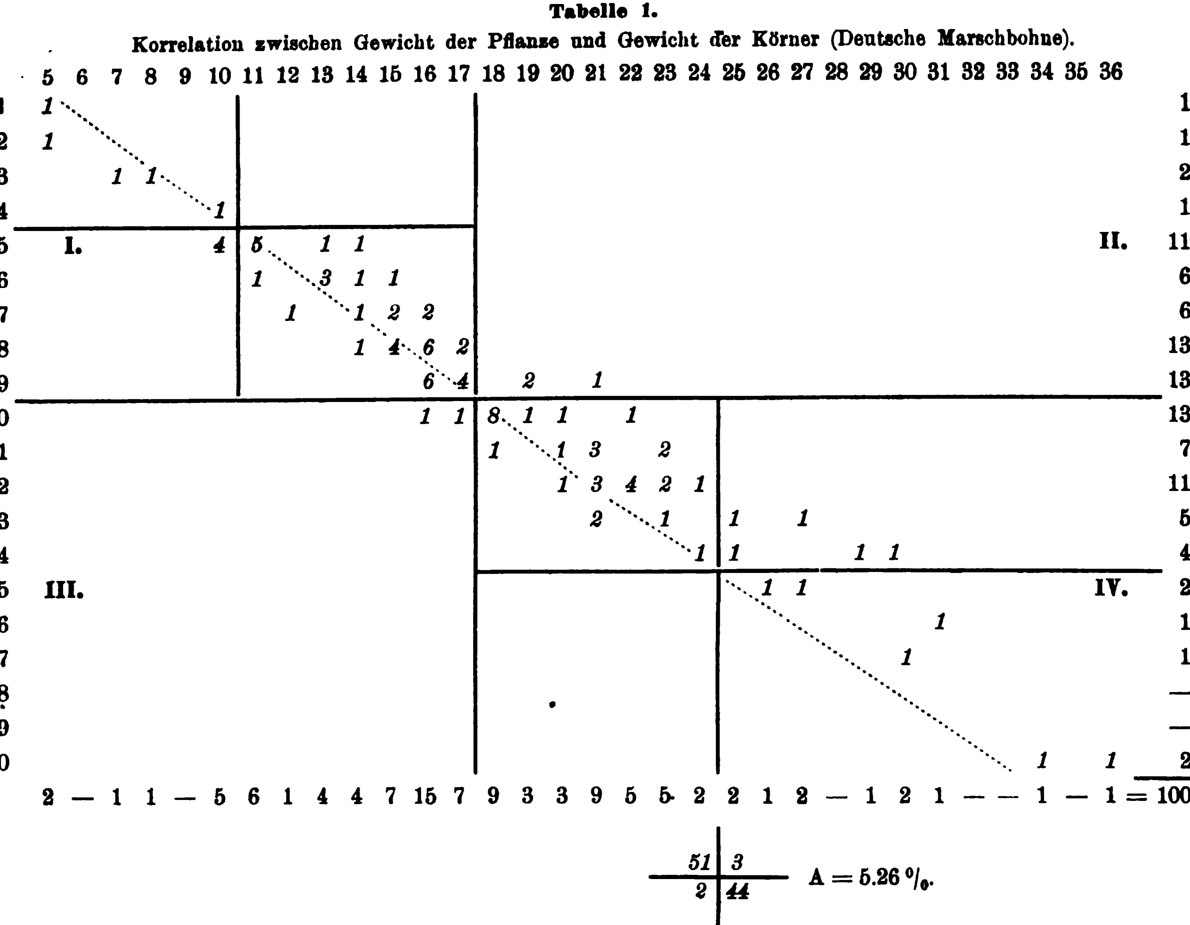


Tabelle 1.

Korrelation zwischen Gewicht der Pflanze und Gewicht der Körner (Deutsche Marschbohne).

	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
1	*1*																																1
2	*1*																																1
3			*1*	*1*																													2
4						*1*																											1
5		I.				*4*	*5*		*1*	*1*																					II.		11
6							*1*		*3*	*1*	*1*																						6
7								*1*		*1*	*2*	*2*																					6
8										*1*	*4*	*6*	*2*																				13
9												*6*	*4*		*2*		*1*																13
10												*1*	*1*	*8*	*1*	*1*		*1*															13
11														*1*		*1*	*3*		*2*														7
12																*1*	*3*	*4*	*2*	*1*													11
13																	*2*		*1*		*1*		*1*										5
14																				*1*	*1*				*1*	*1*							4
15	III.																					*1*	*1*								IV.		2
16																											*1*						1
17																										*1*							1
18																																	—
19																																	—
20																														*1*		*1*	2
	2	—	1	1	—	5	6	1	4	4	7	15	7	9	3	3	9	5	5	2	2	1	2	—	1	2	1	—	—	1	—	1	= 100

51	*3*
2	*44*

A = 5.26 %.

Die jeweilige Gesamtzahl der Frequenzen in den Deklinationsquadranten möchte ich nun entsprechend den oben (S. 344) angegebenen Erwägungen von Pearson als Maſsstab für eine genauere Bezeichnung der Korrelationsintensität benutzen, indem ich ihren prozentischen Anteil an der Zahl der übrigen Kombinationsfrequenzen berechne.

Ist dieser prozentische Anteil = 0, so ist die Korrelation eine absolut vollkommene; ist er = 100, so ist weder eine positive, noch eine negative Korrelation vorhanden. Die zwischen 0 und 100 liegenden prozentischen Anteile müssen für den Ausdruck der Korrelationsintensität verwendbar sein. Dazu drängt auch die Tatsache, dass — wie auch aus unserer Tabelle ersichtlich — die Individuenzahl immer in der Nähe des Mittels am grössten ist, sich also Abweichungen an den Schnittpunkten der beiden Senkrechten in erster Linie geltend machen müssen.

Auf Grund des Vergleiches von 205 aufgestellten verschiedenen Korrelationsschemen möchte ich bezüglich der Klassifikation der Korrelationen folgenden Vorschlag machen:

Ist der besprochene prozentische Anteil

= 0,	so ist die Korrelation eine	absolut vollkommene,
= 0— 10,	„ „ „ „ „	vollkommene,
= 10—25,	„ „ „ „ „	sehr deutliche,
= 25— 50,	„ „ „ „ „	deutliche,
= 50— 75,	„ „ „ „ „	schwach angedeutete,
= 75— 90,	„ „ „ „ „	sehr schwach angedeutete,
= 90—110,	„ „ „ „	nicht vorhanden.

An der Hand dieser Einteilung soll im folgenden der Versuch unternommen werden, die Korrelationsintensität für je 2 Eigenschaften bei den verschiedenen Sorten zu charakterisieren.

Die Berechnung des prozentischen Anteils (A) der Zahl der Abweichungsfrequenzen an der Zahl der Korrelationsfrequenzen geschieht nach den eben gemachten Ausführungen nach der Formel:

$$A = \frac{f_2 \cdot 100}{f_1},$$

wobei f_1 die Summe der Kombinationsfrequenzen in den Korrelationsquadranten, f_2 die Summe der Frequenzen in den Deklinationsquadranten ist.

Das Resultat der vorstehenden Tabelle (S. 347) wäre demnach

$$A = \frac{5 \cdot 100}{95} = 5.26\ \%.$$

Die Korrelation ist also eine vollkommene.

Das Bild gewinnt an Deutlichkeit, wenn man in ähnlicher Weise eine Tabelle für die Gruppenmittel geordnet nach den Gruppen der supponierten Eigenschaft aufstellt, wie es die Tabelle 2 zeigt. Es sind dabei die unter 10 und über 28 g schweren Individuen zu je einer Gruppe zusammengefasst,[1]) da ihre Zahl eine geringe ist und die einzelnen Individuen nicht den Mitteln aus mehreren Individuen gegenübergestellt werden können.

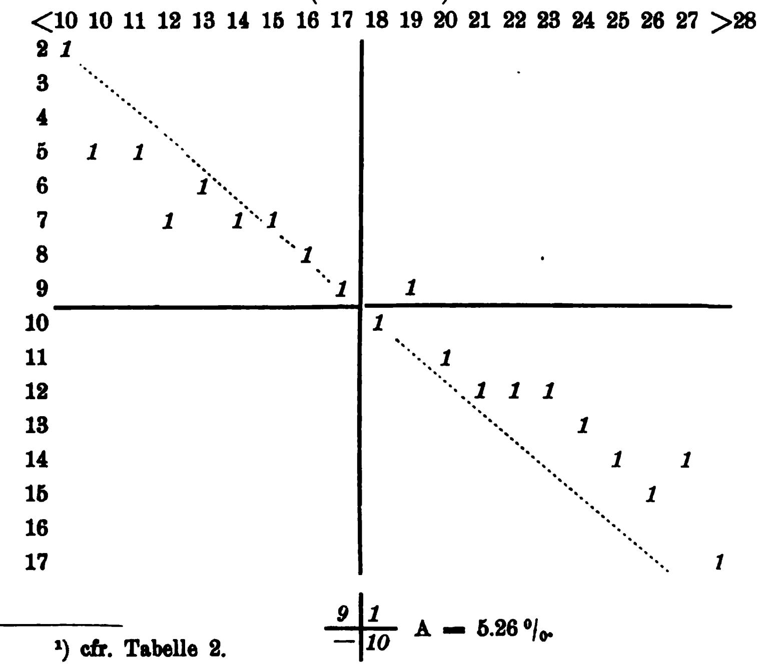
Die Berechnung für die Tabelle 2 führt zufällig zu genau demselben Resultat, nämlich

$$A = \frac{1 . 100}{19} = 5.26\,^0/_0.$$

Da ich jedoch meine Individuenzahl für die Ausfüllung einer solchen Tabelle mit Mittelzahlen für zu gering halte, ausserdem diese Mittel nicht einer gleichen Anzahl Individuen entsprechen, habe ich in den S. 351—355 folgenden Tabellen die Zahlen für die Individuen eingetragen.

Tabelle 2.

Korrelation zwischen Gewicht der Pflanze und Gewicht der Körner (Mittelzahlen).



	<10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	>28
2	*1*																			
3																				
4																				
5		*1*	*1*																	
6					*1*															
7				*1*		*1*	*1*													
8								*1*												
9									*1*		*1*									
10										*1*										
11												*1*								
12													*1*	*1*	*1*					
13																*1*				
14																	*1*		*1*	
15																		*1*		
16																				
17																				*1*

9	*1*
—	*10*

A = 5.26 %.

[1]) cfr. Tabelle 2.

In Tabelle 1 (S. 347) zeigt sich deutlich, dass die Korrelation eine vollkommene eigentlich nur in dem Korrelationsquadranten I ist, während die Korrelation in dem Korrelationsquadranten II nicht unerheblich unterbrochen wird.

Bei genaueren Berechnungen und vor allem grösserer Individuenzahl ist es erforderlich, diese Verschiedenheiten der Korrelationsintensität in den beiden Quadranten bestimmt anzugeben.

Dies würde meines Erachtens in der Weise geschehen können, dass man jeden dieser beiden Korrelationsquadranten abermals in 4 Felder teilt, derart, dass die Schnittpunkte der neu errichteten Senkrechten auf der Korrelationsdiagonale liegen und die 4 neuen Quadranten des Korrelationsquadranten I und der linke obere des Quadranten II kongruent sind.

Wollte man etwa die neuen Senkrechten in den Lagepunkten der für jedes Merkmal und jeden Quadranten berechneten Mittel errichten, so würden die Hälften der Korrelationsdiagonale in den beiden Quadranten meist einen verschiedenen Verlauf zeigen und damit ein Vergleich der Korrelationsintensität unmöglich sein.

Bezeichnet man von den neu entstandenen Quadranten die von der Korrelationsdiagonale durchlaufenen als Korrelationsquadranten x_1 und x_2, die anderen als Deklinationsquadranten y_1 und y_2, so würde die Formel lauten:

$$a = \frac{f_y \cdot 100}{f_x}.$$

Für den Korrelationsquadranten I ergibt sich dabei in Tabelle 1 (S. 347) eine „vollkommene" Korrelation ($a = 8.50\,\%$), für den II. eine „sehr deutliche" ($a = 12.82\,\%$).

Die Teilung der Quadranten lässt sich natürlich noch weiter fortsetzen.

Ich habe diese Berechnung bei den anderen Schemen nicht durchgeführt, da angesichts der relativ geringen Individuenzahl die Ergebnisse als zu unsicher angesehen werden müssten.

Ich lasse hier nun die übrigen Korrelationsschemen für sämtliche untersuchten Eigenschaften der „Deutschen Marschbohne" folgen. Der Grad der Steigerung des zugeordneten Merkmals ist so bemessen, dass annähernd eine gleiche Anzahl Varianten wie bei dem supponierten Merkmal aufeinander folgt. Die für eine Eigenschaft einmal gewählte Steigerung ist dann aber durch alle Sorten beibehalten.

Tabelle 3.[1])
Absolute Länge des Stengels.

	<10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	>28
55	1	1																		
60	2					1		1												
65	1			1				1												
70		1	5			1	2	4		1		1	1							
75		2	1		3	1	3	3	1	2		2	3							
80					1	1		4	2	4	1			3	1			1	1	1
85		1					1	2	4	2	2		4		3	1	2		1	1
90							1						1	1	1	1				1
95																				3
100														1						

36	10
17	37

A = 37.0 %.

Tabelle 4.
Relative Länge des Stengels.

	<10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	>28
46		1																		
48																				
50						1														
52																				
54								1												
56								1	1				2							
58	1	1	1									1			1					
60	1		2		2				1	1		1		1	2					
62	1	1				1	2	2	1	2			1						1	2
64			1	1	1	1	1	3	2	1	1	1	2		1				1	
66	1						2	2	2	1	1		1	3						1
68			1			1	1	5		3			1			2		1		
70		1	1		1		1	1		1		1	1				1			2
72											1			1			1			
74		1																		1
76															1					

22	15
31	32

A = 85.2 %.

[1]) In den folgenden Tabellen sind die Varianten <10 und >28 zu je einer Variante zusammengefasst.

Tabelle 5.

Dicke des Stengels.

	<10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	>28
4	1																			
4.5	1																			
5	1	2	1																	
5.5		1	3		1			3												
6		2	2			2	5	1	1	1										
6.5	1			1	3	1	1	5	3	3	2	1	1	1						
7						1	1	3	2	2			5	2	3					
7.5								3	1	3		2	2	1	1	2			1	
8											1			1	1		1	1	1	3
8.5													1				1			2
9																				1

42	9
11	38

A = 25.0 %.

(Tabelle 6 siehe auf S. 353.)

Tabelle 7.

Zahl der Körner.

	<10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	>28
2	2																			
3																				
4	1	1																		
5	1	1																		
6			1			1														
7		3	1		3	1	1													
8			3	1		2	1			1										
9			1		1		3	1	1	1				1						
10							1	6	2		1		1							
11							1	2	3	4					1					
12								2	1	1	1		2	1		1				1
13								3		1				1	1					1
14								1			1	1		1	2	1				
15										1		2	4		1					1
16													1				2	1	1	
17													1							
18														1					1	2
19																				
20																				1

40	5
13	42

A = 22.0 %.

Tabelle 6.

Gewicht der Körner + Hülsen.

	<10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	>28
2	1																			
3	1																			
4	1																			
5	1	1																		
6		2	1																	
7		2	4																	
8			1	1	3	1														
9					1	1	4													
10						2	3	2												
11								11	3											
12								2	4	3	1									
13										6	2	1	1	1						
14												1		2	1					
15												1	6	2	4					
16													1			1				
17													1			1				
18																	2	1	1	
19																			1	
20																				2
21																				1
22																				1
23																				
24																				
25																				1
26																				1

53	4
—	43

A = 4.2 %.

Tabelle 8.

Durchschnittliches Gewicht der Körner pro Pflanze.

	<10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	>28
60								1												
65			1					2		1		1	1							
70			2		1			2			1			1	1					
75	2	2					1	2					1							
80		1	1				3	3	1	1	1	2	2						1	
85			2	1	1	2	1	1	2				1	1			1		1	
90							1	3	2	4			1	1	1		1			
95					2			1	2	1	1		1	1	2			1		2
100	2					1							1			2				1
105		1											1		1					
110										1										1
115		1																		
120							1													1
125						1				1										1
130																				
135														1						

35	18
18	29

A = 56.3 %.

Tabelle 9.

Gewicht der Hülsen.

	<10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	>28
0.5	2																			
1	2	4	2																	
1.5		1	3	1	1	1	2	2		1										
2			1		2		4	5	4	1			1							
2.5					1	3	1	6	1	4		1	2							
3								2	2	3	2		5	4	1	1		1		
3.5											1	1			2	1	1			
4												1		1	1				1	
4.5													1		1					1
5																	1		1	1
5.5																				2
6																				2

49	10
4	37

A = 16.3 %.

Tabelle 10.

Zahl der Hülsen.

	<10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	>28
2	3	1																		
3	1	3	3	1	2	1	2	3												
4		1	3		1	3	3	3	3	5	1		1		1					
5					1		2	7	3	3		1	3	3	2	1	1			
6								2	1	1	1	1	4		1	1	1		1	3
7											1		1	1				1	1	1
8														1	1					2
9												1								

37	8
16	39

A = 31.6 %.

Tabelle 11.

Durchschnittliches Gewicht der Hülsen pro Pflanze.

	<10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	>28
30	1																			
35		1						1												
40		1	2				1	2	1			1	2	1						
45	1	1	2				2	1		3			2					1		
50	1	1	2		2	1	2	4	2	1	2			1	1					
55					1			3	2			1				1				
60				1		1			1	2			3	1	1		1		1	
65	1						2	1	1	1		1		2						
70		1			1	1														
75													1		1	1				2
80								1		1	1		1		1					2
85						1		1		1									1	
90															1					1
95								1												1
100																	1			

38	17
15	30

A = 47.1 %.

Tabelle 12 (Mittelzahlen).

Verhältnis von 1—2 zu 3—5 körnigen Hülsen.

	<10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	>28
0	1																			
20		1				1														
40			1						1		1									
60					1		1			1				1	1			1		1
80												1				1				
100								1												
120													1							
140																				
160																				
180																	1			
200				1															1	

7	6
2	5

A = 66.7 %.

Tabelle 13 (Mittelzahlen).

Verhältnis der Hülsen im IV.—VII. zum VIII.—XIV. Knoten.

	<10	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	>28
0	1			1																
20										1										
40					1															
60		1	1					1										1		
80													1	1		1				
100							1		1						1		1			
120											1	1								
140																				1
160																				
180																				
200						1														
220																			1	

6	5
3	6

A = 66.7 %.

In der folgenden Tabelle sind die Ergebnisse der Korrelationstabellen aller Sorten niedergelegt. Anschliessend daran ist die Variationsweite, d. h. die Differenz zwischen dem Ausmaſs der niedrigsten und höchsten Variante, angegeben.

(Siehe die Tabelle 14a auf S. 358.)

Aus dieser nachstehenden Tabelle über die Variationsweite ist ersichtlich, dass die Variabilität hinsichtlich der einzelnen hier angeführten Eigenschaften sich bei allen 5 Sorten in annähernd denselben Grenzen bewegt. Eine Ausnahme macht die kleine Feldbohne, bei der das Einzelgewicht der Körner, Gewicht und Einzelgewicht der Hülsen besonders wenig variieren. Eine sehr grosse Variabilität zeigt bei der holländischen Marschbohne das Einzelgewicht der Hülsen. Bei dieser Sorte fand sich eine 5körnige Hülse mit einem Nettogewicht von 2.17 g. Dieses im Vergleich zu den anderen Sorten ganz erheblich höhere Hülsenschalengewicht ist aber keineswegs zufällig, denn auch im Gesamtmittel[1]) ist das Hülsenschalengewicht dieser Sorte ein aussergewöhnlich hohes.

Ebenso fällt die holländische Marschbohne bezüglich des Verhältnisses der 1—2 : 3—5körnigen Hülsen und auch bezüglich des Sitzes der Hülsen im IV.—VII. : VIII.—XIV. Blattknoten erheblich aus der Reihe. Eine grosse Abweichung zeigt bei dem „Hülsensitz“ ferner die kleine Feldbohne.

Um festzustellen, welche Eigenschaften einer Pflanze bezw. Sorte verhältnismässig stark variieren, also auch leicht umbildungsfähig sind, ist es meines Erachtens zweckmässig, eine Aufstellung zu machen, wie sie Tabelle 14b zeigt. In diese Tabelle habe ich von allen untersuchten Eigenschaften jeder Sorte das geringste und höchste Ausmaſs eingetragen. Dann habe ich das höchste Ausmaſs in Prozenten des geringsten Ausmaſses berechnet und die Differenz zwischen der gefundenen Zahl und dem = 100 gesetzten geringsten Ausmaſs ermittelt. Auf diese Weise erhalte ich die relative Variationsweite, die einen Vergleich der Variabilität aller Eigenschaften miteinander zulässt.

(Siehe die Tabelle 14b auf S. 359.)

Für die beiden Marschbohnen ergeben diese Zahlen, dass am stärksten und ziemlich gleichartig folgende Merkmale variieren:

---

[1]) cfr. Tabelle S. 336.

Tabelle 14a.

Korrelationen zwischen Gewicht der Pflanze ohne Blätter und anderen Eigenschaften.

Nummer	Name der Sorte:	Gewicht der Pflanze ohne Blätter	Länge des Stengels		Dicke des Stengels	Der Körner			Der Hülsen			Verhältnis von 1 u. 2 : 3—5körnig. Hülsen	Sitz der Hülsen im IV.—VII. : VIII.—XIV. Blattknoten	Körner + Hülsen
			absolute	bis 15. Knoten		Zahl	Gewicht	Einzel-gewicht	Zahl	Gewicht	Einzel-gewicht			
	I. Der prozentische Anteil (A) der Abweichungen beträgt:													
I.	Deutsche Marschbohne	—	37.0	85.2	25.0	22.0	5.3	56.3	31.6	16.3	47.1	66.7	66.7	4.2
II.	Holländische Marschbohne	—	33.3	67.8	26.6	12.4	6.4	75.4	35.1	17.5	53.9	46.2	—72.7	3.1
III.	Kleine Feldbohne	—	23.4	81.8	26.6	17.7	6.4	66.7	31.6	25.0	81.8	100.0	60.0	12.4
IV.	Halberstädter Feldbohne	—	31.6	65.0	28.2	20.5	5.3	72.4	26.6	22.0	64.0	45.5	23.0	8.7
V.	Eckendorfer Feldbohne	—	31.6	70.7	33.3	16.3	6.4	40.8	31.6	13.6	34.3	80.0	33.3	4.2
	II. Die absolute Variationsweite beträgt:													
		g	cm	cm	mm		g	g		g	g	%	%	g
I.	Deutsche Marschbohne	31.2	47.5	30.5	4.6	18	18.4	0.72	7	5.9	0.70	185.0	225.0	24.01
II.	Holländische Marschbohne	25.0	30.0	28.0	5.2	15	15.6	0.86	4	5.8	1.75	656.7	87.0	19.51
III.	Kleine Feldbohne	22.4	39.5	25.0	4.4	23	13.6	0.32	9	3.3	0.46	178.6	1400.0	16.79
IV.	Halberstädter Feldbohne	26.0	49.5	26.0	5.9	21	14.3	0.49	8	4.2	0.61	226.1	265.7	18.32
V.	Eckendorfer Feldbohne	22.7	41.5	24.0	5.5	16	11.1	0.52	7	5.1	0.59	372.3	335.7	15.62

A
0—10 = vollkommene Korrelation,
10—25 = sehr deutliche Korrelation,
25—50 = deutliche Korrelation,
50—75 = schwach angedeutete Korrelation,
75—90 = sehr schwach angedeutete Korrelation,
90—110 = keine Korrelation.

Die negativen Korrelationen habe ich hier und in der Tabelle A (S. 363—365) mit — bezeichnet.

	Gewicht der Pflanze	Des Stengels			Körner + Hülsen	Der Hülsen			Der Körner		
		absolute Länge	Länge bis 15. Knoten	Dicke		Zahl	Gewicht	Einzel-gewicht	Zahl	Gewicht	Einzel-gewicht
	g	cm	cm	mm	g		g	g		g	g
I. Deutsche Marschbohne.											
Niedrigste Zahl	5.31	56.0	47.0	4.45	2.59	2	0.60	0.30	2	1.99	0.64
Höchste Zahl	36.50	103.5	77.5	9.05	26.60	9	6.45	1.00	20	20.40	1.36
Letztere in Prozenten der 1.	687	174	165	203	1027	450	1075	333	1000	1025	213
Also Variationsweite:	587	74	65	103	927	350	975	233	900	925	113
II. Holländische Marschbohne.											
Niedrigste Zahl	4.97	45.0	44.0	4.15	3.16	1	0.84	0.42	2	2.09	0.71
Höchste Zahl	29.95	75.0	62.0	9.35	22.67	5	6.61	2.17	17	17.73	1.57
Letztere in Prozenten der 1.	601	167	141	225	717	500	787	517	850	848	221
Also Variationsweite:	501	67	41	125	617	400	687	417	750	748	121
III. Kleine Feldbohne.											
Niedrigste Zahl	4.77	66.0	56.0	4.10	3.08	1	0.50	0.16	4	2.47	0.34
Höchste Zahl	27.17	105.5	81.5	8.45	19.87	10	3.80	0.62	27	16.07	0.66
Letztere in Prozenten der 1.	570	160	146	206	645	1000	760	388	675	651	194
Also Variationsweite:	470	60	46	106	545	900	660	288	575	551	94
IV. Halberstädter Feldbohne.											
Niedrigste Zahl	3.32	54.0	55.0	3.65	1.77	1	0.52	0.17	2	1.17	0.41
Höchste Zahl	29.30	103.5	81.5	9.50	20.09	9	4.67	0.78	23	15.42	0.90
Letztere in Prozenten der 1.	883	192	148	263	1135	900	898	459	1150	1318	219
Also Variationsweite:	783	92	48	163	1035	800	798	359	1050	1218	119
V. Eckendorfer Feldbohne.											
Niedrigste Zahl	3.45	56.5	53.5	3.20	2.11	2	0.35	0.18	3	1.72	0.39
Höchste Zahl	26.10	98.0	77.5	8.70	17.73	9	5.40	0.77	19	12.85	0.91
Letztere in Prozenten der 1.	757	173	143	272	840	450	1543	428	633	747	238
Also Variationsweite:	657	73	43	172	740	350	1443	328	533	647	133

Gewicht der Körner + Hülsen, Zahl und Gewicht der Körner und Gewicht der Hülsen.

Bei der kleinen Feldbohne variiert ausser den eben genannten Merkmalen besonders stark die Zahl der Hülsen. Ähnlich verhält sich die Halberstädter Feldbohne, nur tritt hier auch noch das Gewicht der Pflanze in die Reihe der besonders stark variierenden Merkmale.

Bei der Eckendorfer Feldbohne ist die Variabilität ganz besonders stark bei dem Gewicht der Hülsen. Weit weniger variieren Gewicht der Pflanze, Gewicht der Körner + Hülsen, Zahl und Gewicht der Körner. Bezüglich der Zahl der Hülsen ist hier die Variation erheblich geringer als bei den anderen beiden Feldbohnen.

Am wenigsten variieren bei allen 5 Sorten absolute und relative Länge, sowie die Dicke des Stengels und das Einzelkorngewicht.

IV. Besprechung der Resultate.

Die Resultate vorstehender Tabelle (S. 358) sind die folgenden:

I. Korrelation zwischen dem Gewicht der Pflanzen und anderen Eigenschaften.

1. Absolute und relative Länge des Hauptstengels.

Für die absolute Länge des Stengels ist die Korrelation eine „sehr deutliche“ nur bei der kleinen Feldbohne, während sie bei den übrigen Sorten eine „deutliche“ ist; am wenigsten tritt diese Deutlichkeit bei der deutschen Marschbohne zutage.

Bei den Zahlen für die relative Stengellänge hatte ich eigentlich in Anbetracht der bei den Getreidearteu festgestellten Tatsache, dass die Internodien mit dem Wachsen der Gesamtlänge der Pflanze eine erhebliche Streckung erfahren, eine deutlichere Korrelation erwartet. Eine solche ist aber bei allen Sorten nur in sehr geringem Maſse zu beobachten. Während die deutsche Marschbohne und kleine Feldbohne nur eine „sehr schwach angedeutete“ Korrelation zeigen, ist sie bei den übrigen drei Sorten auch nur als „schwach angedeutet“ zu bezeichnen.

Auf die Verschiedenheiten in der Internodienlänge wird noch besonders eingegangen werden.

2. Dicke des Hauptstengels.

Die Dicke des Stengels nimmt bei der deutschen Marschbohne am meisten zu; hier ist die Korrelation eine sehr deutliche. Obgleich die anderen Sorten in die nächst niedrige Korrelationsklasse fallen, sind die Unterschiede doch so gering, dass von einem auffallend voneinander abweichenden Verhalten der 5 Sorten nicht die Rede sein kann.

3. Zahl, Gewicht und Einzelgewicht der Körner.

Zahl und Gewicht der Körner zeigen bei allen Sorten eine sehr deutliche bezw. vollkommene Steigerung mit dem Gewicht der Pflanze.

Auffallend gering ist dagegen die Steigerung des durchschnittlichen Gewichtes der Körner. Die grösste Regelmässigkeit zeigen noch die deutsche Marschbohne und die Eckendorfer Feldbohne, während die übrigen drei Sorten eine nur schwach angedeutete Korrelation erkennen lassen. Ähnliches fand Fruwirth bei einer grossen Zahl von Hülsenfruchtsorten. Er sagt u. a.:[1])

„Die schweren Pflanzen weisen meist auf .... verhältnismässig hohes durchschnittliches Gewicht eines Kornes.“

4. Zahl, Gewicht und Einzelgewicht der Hülsen.

Für die Zahl der Hülsen ist bei allen Sorten die Korrelation eine deutliche.

Dass mit der Zahl der Hülsen auch ihr Gesamtgewicht pro Pflanze steigt, bietet nichts auffallendes. Die Korrelationsintensität ist hier allerdings eine höhere, die Korrelation durchweg als „sehr deutlich“ anzusprechen.

Als erheblich geringer und sehr ungleichmässig erweist sich ebenso wie bei dem Einzelgewicht der Körner die Steigerung des Einzelgewichtes der Hülsen, die bei der deutschen Marschbohne und der Eckendorfer Feldbohne noch eine deutliche, bei der holländischen Marschbohne und der Halberstädter Feldbohne eine schwach angedeutete, bei der kleinen Feldbohne sogar eine sehr schwach angedeutete ist.

Da die Hülsenschalen keinerlei Wert besitzen, kann eine möglichst geringe Korrelationsintensität zu dem Gewicht der Pflanze nur erwünscht sein.

---

[1]) cfr. Journal f. Landwirtschaft 1900, S. 314.

5. Verhältnis von wenig- zu vielkörnigen Hülsen.

Wie aus der Anhangstabelle I ersichtlich, wurde auch das Verhältnis der wenig-(1—2)körnigen zu den viel-(3—5)körnigen Hülsen berechnet und die Zahl der wenigkörnigen Hülsen pro Gruppe = 100 gesetzt. Um auch die mehr oder weniger erkennbare Steigerung dieser Verhältniszahlen zum Ausdruck zu bringen, trug ich die Ergebnisse der einzelnen Gruppen ebenfalls in ein Korrelationsschema[1]) ein. Die Korrelation ist hier eine höchst ungleichartige beim Vergleich der Sorten. Bei der kleinen Feldbohne ist überhaupt keine Steigerung zu erkennen: die Kombinationsfrequenzen sind also auf die beiden Quadrantenpaare gleichmässig verteilt. Die Eckendorfer Feldbohne zeigt eine sehr schwach angedeutete, die deutsche Marschbohne eine schwach angedeutete, die holländische Marschbohne sowie die Halberstädter Feldbohne eine deutliche Korrelation.

6. Verhältnis der Hülsenzahl im IV.—VII. zu der im VIII.—XIV. Blattknoten.

Sehr verschiedenartig ist die Korrelation bei dieser Eigenschaft. Es wurde hier die Zahl der im IV.—VII. Blattknoten sitzenden Hülsen = 100 gesetzt,[2]) um eine etwaige Steigerung zu erkennen. Hier finden wir sogar ein Beispiel für eine negative Korrelation, nämlich bei der holländischen Marschbohne. Sie ist allerdings nur eine schwach angedeutete.

Dieses Verhalten der holländischen Marschbohne halte ich für ihre weitere züchterische Behandlung als äusserst wertvoll, vorausgesetzt natürlich, dass es sich bei einer eingehenderen Prüfung bestätigt. Es stellt sich nämlich bei einer Zucht auf höheren Kornertrag und damit auf Masse bei der Pferdebohne der grosse Nachteil heraus, dass die Pflanzen ihre Vegetation immer später oder gar nicht abschliessen; der Ansatz der Hülsen findet in höheren Blattknoten in grösserem Maſse statt, wie es ja auch die anderen Sorten deutlich zeigen, ein Teil dieser Hülsen kommt jedoch gar nicht zur Reife und schadet sogar noch dadurch, dass die Hülsen mit den safterfüllten Körnern äusserst schwer trocknen und in der Scheune bei längerem Lagern ein Muffigwerden der Ernte hervorrufen. Nur bei der ohnedies schon frühreifen holländischen Marschbohne vermehrt sich der Hülsenansatz in

[1]) Vergl. Tabelle 12.
[2]) Vergl. Anhangstabelle I.

der Hauptsache in unteren Regionen, und damit ist eine nur unerhebliche Verminderung der Frühreife gewährleistet.

In vollem Gegensatz dazu steht die Halberstädter Feldbohne, die sogar eine sehr deutliche positive Korrelation zeigt. Wenig geringer ist die Korrelationsintensität bei der Eckendorfer Feldbohne, schwach angedeutet bei der deutschen Marschbohne und der kleinen Feldbohne.

Wenn auch der Hülsenansatz von mancherlei anderen Umständen abhängt, so können doch so erhebliche Unterschiede um so weniger unbeachtet bleiben, als durch Anbau der Sorten nebeneinander und unter völlig gleichen Verhältnissen auch die „anderen Umstände" annähernd gleich gewesen sein müssen.

Es wäre jedenfalls eine noch eingehendere Prüfung dieser besonders wichtigen Frage sehr erwünscht.

7. Gewicht der Körner + Hülsen.

War die Steigerung des Gewichtes der Hülsen sowohl als auch des der Körner eine unverkennbare, so muss ohne weiteres auch das Gewicht der Körner **und** Hülsen eine ähnliche Korrelationsintensität zeigen. Sie ist bei der kleinen Feldbohne sehr deutlich, bei den übrigen Sorten vollkommen.

Tabelle A. Zusammenstellung der Korrelationen.

Es sind der Reihe nach alle hier aufgeführten Merkmale supponiert. Die Zahlen stellen die aus den Korrelationsschemen berechneten Abweichungen (A) vom Verlauf der Korrelationsdiagonale dar (cfr. S. 348).

I. Geordnet nach Gewicht der Pflanze.

Nummer	Name der Sorte:	Gewicht der Pflanze	Des Stengels		Der Hülsen		Der Körner		
			Länge	Dicke	Zahl	Gewicht	Zahl	Gewicht	Einzel-gewicht
I.	Deutsche Marschbohne. .	—	37.0	25.0	31.6	16.3	22.0	5.3	56.3
II.	Holländische Marschbohne	—	33.3	26.6	35.1	17.5	12.4	6.4	75.4
III.	Kleine Feldbohne . . .	—	23.4	26.6	31.6	25.0	17.7	6.4	66.7
IV.	Halberstädter Feldbohne .	—	31.6	28.2	26.6	22.0	20.5	5.3	72.4
V.	Eckendorfer Feldbohne. .	—	31.6	33.3	31.6	13.6	16.3	6.4	40.8

II. Geordnet nach Länge des Stengels.

Nummer	Name der Sorte:	Gewicht der Pflanze	Des Stengels		Der Hülsen		Der Körner		
			Länge	Dicke	Zahl	Gewicht	Zahl	Gewicht	Einzel-gewicht
I.	Deutsche Marschbohne. .	37.0	—	44.9	35.2	40.8	44.9	42.9	53.9
II.	Holländische Marschbohne	33.8	—	47.1	49.3	47.1	35.1	29.8	66.7
III.	Kleine Feldbohne . . .	23.4	—	40.6	37.0	31.6	25.0	26.6	75.4
IV.	Halberstädter Feldbohne .	31.6	—	61.3	47.1	29.5	36.9	36.9	78.6
V.	Eckendorfer Feldbohne. .	31.6	—	44.9	51.5	38.9	42.8	31.6	33.3

III. Geordnet nach Dicke des Stengels.

Nummer	Name der Sorte	Gewicht der Pflanze	Stengel Länge	Stengel Dicke	Hülsen Zahl	Hülsen Gewicht	Körner Zahl	Körner Gewicht	Einzelgewicht
I.	Deutsche Marschbohne. .	25.0	44.9	—	35.1	35.1	28.2	20.5	72.4
II.	Holländische Marschbohne	26.6	47.1	—	44.9	33.5	35.1	29.9	51.5
III.	Kleine Feldbohne . . .	26.6	40.6	—	37.0	38.9	35.1	26.6	53.8
IV.	Halberstädter Feldbohne .	28.2	61.3	—	49.3	51.5	36.9	26.6	66.7
V.	Eckendorfer Feldbohne. .	33.3	44.9	—	44.9	40.8	40.8	40.8	61.3

IV. Geordnet nach Zahl der Hülsen.

Nummer	Name der Sorte	Gewicht der Pflanze	Stengel Länge	Stengel Dicke	Hülsen Zahl	Hülsen Gewicht	Körner Zahl	Körner Gewicht	Einzelgewicht
I.	Deutsche Marschbohne. .	31.6	35.2	35.1	—	31.6	19.1	29.9	100.0
II.	Holländische Marschbohne	35.1	49.3	44.9	—	36.9	33.3	35.1	49.3
III.	Kleine Feldbohne . . .	31.6	37.0	37.0	—	28.2	23.5	35.1	108.3
IV.	Halberstädter Feldbohne .	26.6	47.1	49.3	—	29.9	28.2	28.2	—81.8
V.	Eckendorfer Feldbohne. .	31.6	51.5	44.9	—	35.1	29.5	35.1	63.9

V. Geordnet nach Gewicht der Hülsen.

Nummer	Name der Sorte	Gewicht der Pflanze	Stengel Länge	Stengel Dicke	Hülsen Zahl	Hülsen Gewicht	Körner Zahl	Körner Gewicht	Einzelgewicht
I.	Deutsche Marschbohne. .	16.3	40.8	35.1	31.6	—	38.9	23.5	56.3
II.	Holländische Marschbohne	17.5	47.1	33.5	36.9	—	31.6	26.6	66.7
III.	Kleine Feldbohne . . .	25.0	31.6	38.9	28.2	—	35.1	29.9	56.3
IV.	Halberstädter Feldbohne .	22.0	29.5	51.5	29.9	—	20.5	23.5	85.2
V.	Eckendorfer Feldbohne. .	13.6	38.9	40.8	35.1	—	35.1	19.0	44.9

VI. Geordnet nach Zahl der Körner.

Nummer	Name der Sorte	Gewicht der Pflanze	Stengel Länge	Stengel Dicke	Hülsen Zahl	Hülsen Gewicht	Körner Zahl	Körner Gewicht	Einzelgewicht
I.	Deutsche Marschbohne. .	22.0	44.9	28.2	19.1	38.9	—	17.6	108.4
II.	Holländische Marschbohne	12.4	35.1	35.1	33.3	31.6	—	9.9	100.0
III.	Kleine Feldbohne . . .	17.7	25.0	35.1	23.5	35.1	—	17.7	—88.7
IV.	Halberstädter Feldbohne .	20.5	36.9	36.9	28.2	20.5	—	16.3	—75.4
V.	Eckendorfer Feldbohne. .	16.3	42.8	40.8	29.5	35.1	—	13.9	75.4

VII. Geordnet nach Gewicht der Körner.

Nummer	Name der Sorte:	Gewicht der Pflanze	Des Stengels		Der Hülsen		Der Körner		
			Länge	Dicke	Zahl	Gewicht	Zahl	Gewicht	Einzel-gewicht
I.	Deutsche Marschbohne. .	5.3	42.9	20.5	29.9	23.5	17.6	—	63.9
II.	Holländische Marschbohne	6.4	29.8	29.9	35.1	26.6	9.9	—	69.5
III.	Kleine Feldbohne . . .	6.4	26.6	26.6	35.1	29.9	17.7	—	66.7
IV.	Halberstädter Feldbohne .	5.3	36.9	26.6	28.2	23.5	16.3	—	75.4
V.	Eckendorfer Feldbohne. .	6.4	31.6	40.8	35.1	19.0	13.9	—	44.9
	VIII. Geordnet nach Einzelgewicht der Körner.								
I.	Deutsche Marschbohne. .	56.3	53.9	72.4	100.0	56.3	108.4	63.9	—
II.	Holländische Marschbohne	75.4	66.7	51.5	49.3	66.7	100.0	69.5	—
III.	Kleine Feldbohne . . .	66.7	75.4	53.8	108.3	56.3	—88.7	66.7	—
IV.	Halberstädter Feldbohne .	72.4	78.6	66.7	—81.8	85.2	—75.4	75.4	—
V.	Eckendorfer Feldbohne. .	40.8	33.3	61.3	63.9	44.9	75.4	44.9	—
	Die Variationsweite beträgt:								
		g	cm	mm		g		g	g
I.	Deutsche Marschbohne. .	31.2	47.5	4.6	7	5.9	18	18.4	0.72
II.	Holländische Marschbohne	25.0	30.0	5.2	4	5.8	15	15.6	0.86
III.	Kleine Feldbohne . . .	22.4	39.5	4.4	9	3.3	23	13.6	0.32
IV.	Halberstädter Feldbohne .	26.0	49.5	5.9	8	4.2	21	14.3	0.49
V.	Eckendorfer Feldbohne. .	22.7	41.5	5.5	7	5.1	16	11.1	0.52

Eine weitere Verarbeitung des gewonnenen Zahlenmaterials fand in der Weise statt, dass von den wichtigsten Merkmalen der Reihe nach jedes einzelne als Maſsstab bei der Einordnung der Pflanzen benutzt wurde. Die Ergebnisse finden sich in der „Zusammenstellung der Korrelationen" Tabelle A. Zur Vervollständigung dieser Zusammenstellung wurden die bereits besprochenen Korrelationen zwischen dem Gewicht der Pflanze und anderen Eigenschaften, sowie am Schluss die Variationsweite für die einzelnen Merkmale hier nochmals angegeben.

Bei der Besprechung der in Tabelle A aufeinanderfolgenden Zusammenstellungen bleiben natürlich die Eigenschaften, die bereits supponiert, also mit der neu supponierten verglichen waren, unberücksichtigt, denn es muss selbstredend bei Vergleich zweier Merkmale gleichgültig sein, welches von beiden als das supponierte angenommen wird.

Die in der Tabelle A unter I. aufgeführten Zahlen sind bereits S. 360 ff. besprochen.

II. Geordnet nach Länge des Stengels.

Mit der Länge des Stengels steigt die Dicke bei allen Sorten mit Ausnahme der Halberstädter Feldbohne „deutlich“. Bei der Halberstädter Feldbohne ist die Steigerung nur eine „schwach angedeutete“, während die Variationsweite hier am grössten ist. Die Zahl der Hülsen steigt ebenfalls durchweg „deutlich“; die Eckendorfer Feldbohne macht eine allerdings nicht nennenswerte Ausnahme.

Auch zwischen Gewicht der Hülsen, sowie Zahl und Gewicht der Körner und der Länge des Stengels ist die Korrelation bei allen Sorten eine „deutliche“.

Grössere Verschiedenheiten treten bei dem Einzelgewicht der Körner zutage. Während hier bei der Eckendorfer Feldbohne die Korrelation eine „deutliche“ und bei den beiden Marschbohnen eine „schwach angedeutete“ ist, zeigen die kleine und die Halberstädter Feldbohne einen nur sehr geringen Zusammenhang zwischen beiden Eigenschaften.

III. Geordnet nach Dicke des Stengels.

Die Dicke des Stengels scheint mit den übrigen Merkmalen in ähnlichem Zusammenhang zu stehen, wie die Stengellänge. Die Ausnahmen sind hier weniger auffallend.

IV. Geordnet nach Zahl der Hülsen.

Die Korrelation zwischen Zahl der Hülsen, Gewicht der Hülsen, Zahl und Gewicht der Körner ist fast ausnahmslos eine „deutliche“.

Bei der deutschen Marschbohne und der kleinen Feldbohne ist der Zusammenhang zwischen der Zahl der Hülsen und der Zahl der Körner ein engerer, die Korrelation eine „sehr deutliche“.

Ganz unregelmässig ist der Verlauf der Korrelationen bei dem Einzelgewicht der Körner. Bei der Halberstädter Feldbohne ist die Korrelation eine negative, bei der holländischen Marschbohne eine „deutliche“. Gar keine Korrelation besteht hier bei der deutschen Marschbohne und der kleinen Feldbohne.

V. Geordnet nach Gewicht der Hülsen.

Mit dem Gewicht der Hülsen steigt die Zahl der Körner bei der Halberstädter Feldbohne „sehr deutlich“, bei den übrigen Sorten „deutlich“.

Ein höherer Korrelationsgrad zeigt sich bei der Gegenüberstellung des Gewichtes der Hülsen und dem Gewicht der Körner fast durchweg.

Bei dem Einzelgewicht der Körner fällt wiederum die Halberstädter Feldbohne durch besonders geringe Korrelation auf.

VI. Geordnet nach Zahl der Körner.

Dass ein inniger Zusammenhang zwischen der Zahl der Körner und Gesamtkorngewicht pro Pflanze besteht, bietet nichts Überraschendes. Dagegen verhält sich das Einzelkorngewicht im Vergleich zur Körnerzahl bei den beiden Marschbohnen ganz indifferent; bei der kleinen Feldbohne und der Halberstädter Feldbohne fällt das Einzelkorngewicht mit der Steigerung der Körnerzahl, bei der Eckendorfer Feldbohne ist umgekehrt eine Zunahme des Einzelkorngewichtes mit der Körnerzahl unverkennbar.

VII. Geordnet nach Gewicht der Körner.

Wie fast durchweg in den bisher besprochenen Zusammenstellungen steigt auch mit dem Gewicht der Körner das Einzelkorngewicht bei der Halberstädter Feldbohne am wenigsten. Bei den beiden Marschbohnen und der kleinen Feldbohne ist die Korrelation zwischen den beiden genannten Merkmalen eine „schwach angedeutete“, während bei der Eckendorfer Feldbohne eine „deutliche“ Steigerung des Einzelkorngewichtes mit dem Gesamtkorngewicht zu konstatieren ist.

VIII. Geordnet nach Einzelgewicht der Körner.

Die Korrelationen zwischen dem Einzelgewicht der Körner und den übrigen Eigenschaften sind bereits in den vorstehenden Zusammenstellungen besprochen. Es sei nur nochmals auf den aus den Zahlen ersichtlichen äusserst geringen Korrelationsgrad besonders hingewiesen.

Überblicken wir die eben besprochenen Zusammenstellungen im Vergleich zueinander, so ergibt sich deutlich, dass bei allen Sorten der Korrelationsgrad am stärksten ist in der Zusammenstellung I, in der das Gewicht der Pflanze supponiert war.

Grosse Deutlichkeit der Korrelationen und gute Übereinstimmung zeigt auch die Zusammenstellung VII mit dem Gewicht der Körner als supponiertem Merkmal. Die Ähnlichkeit des Korrelationsgrades der einzelnen Eigenschaften in den beiden eben genannten Zusammenstellungen I und VII erklärt sich aus der Tatsache, dass das Gewicht der Körner das Gewicht der Pflanze um so mehr beeinflussen muss, als das Gesamtkorngewicht, wie aus den Mittelzahlen der Tabelle S. 336 und 337 ersichtlich, bei allen Sorten mehr als die Hälfte des Pflanzengewichtes ausmacht.

Die geringste Korrelation besteht zwischen dem Einzelkorngewicht und den übrigen Eigenschaften.

Bei Vergleich der für die Halberstädter Feldbohne von Fruwirth[1]) gefundenen Verhältnisse mit den von mir festgestellten ergibt sich nichts wesentlich Abweichendes.

Die von Fruwirth untersuchten Pflanzen haben eine grössere Wüchsigkeit entfalten können, sind demzufolge höher, dicker, haben mehr Hülsen und Körner, aber ein erheblich geringeres Einzelkorngewicht. Dieses schwankt bei den Fruwirthschen Mittelzahlen zwischen 0.44 und 0.52 g, bei meinen Mittelzahlen dagegen zwischen 0.54 und 0.83 g.

Dieses abweichende Verhalten erklärt sich daraus, dass bei Fruwirth die Gesamtkornzahl pro Pflanze bei weitem grösser war und damit auch die absolute und relative Zahl der kleinen Körner.

Als Beweis dieser Annahme dient die Tatsache, dass die Körnigkeit der Hülsen bei Fruwirth eine erheblich grössere ist und mit der Zunahme der Körnigkeit der Hülsen die Grösse der Körner abnimmt. So berichtet auch Mansholt-Westpolder,[2]) der Züchter der holländischen Marschbohne, dass „bei fortgesetzter Auswahl vielsamiger Hülsen der Ertrag zunimmt, die Körner aber kleiner werden“.

Um festzustellen, welche der 5 Sorten die meisten prozentischen Abweichungen von dem Verlauf der idealen Korrelationen zeigt, habe ich die in Tabelle A in den Zusammenstellungen I—VIII für jede Sorte angeführten Zahlen addiert und erhielt folgendes Resultat:

---

[1]) Journal f. Landwirtschaft 1900, S. 310 und 312.

[2]) Deutsche Landw. Presse 1889, No. 90.

	Gesamtabweichungen
I. Deutsche Marschbohne	2273.2
II. Holländische Marschbohne	2272.2
III. Kleine Feldbohne	2277.2
IV. Halberstädter Feldbohne	2579.8
V. Eckendorfer Feldbohne	2084.0

Auffallende Übereinstimmung zeigen hier die beiden Marschbohnen; die meisten Abweichungen weist die Halberstädter Feldbohne, die wenigsten die Eckendorfer Feldbohne auf.

Auch über die Grösse der Variation der einzelnen Sorten können wir uns aus den vorstehenden Aufstellungen ein Bild verschaffen, indem wir für jede Sorte die in Tabelle A für die Variationsweite angegebenen Zahlen addieren.

Die Summe der Zahlen für die Variationsweite beträgt bei der:

I. deutschen Marschbohne	133.32
II. holländischen Marschbohne	101.46
III. kleinen Feldbohne	115.52
IV. Halberstädter Feldbohne	129.49
V. Eckendorfer Feldbohne	109.42

Hier zeigen die beiden Marschbohnen die grössten Abweichungen; während die deutsche Marschbohne am meisten von allen Sorten variierte, zeigte die holländische Marschbohne die geringste Gesamtvariationsweite.

Die Zahlen für die Feldbohnen verhalten sich zueinander ganz analog den für die Gesamtabweichungen in der vorigen Zusammenstellung angeführten Zahlen: die Halberstädter Feldbohne weist die grösste, die Eckendorfer Feldbohne die geringste Variationsweite auf.

V. Vergleich der neuen Methode mit der bisher gebräuchlichsten.

Um die Vorteile der im vorstehenden durchgeführten Methode zwecks Feststellung von Korrelationen scharf hervortreten zu lassen, habe ich die Zahlen der deutschen Marschbohne nach der bisher gebräuchlichsten Methode verarbeitet. Diese auf S. 342 bereits erwähnte Methode besteht darin, dass man die Individuen nach einer Eigenschaft geordnet in Gruppen bringt, das Gruppenmittel berechnet und dann die Steigerung der einzelnen Merkmale in Prozenten der für die 1. Gruppe gewonnenen

Zahlen angibt. Soll dann die Korrelation zwischen einer anderen Eigenschaft und den übrigen festgestellt werden, so müssen die Zahlen für sämtliche Merkmale, auch für die, nach denen bereits geordnet wurde, neu zusammengestellt werden. Bei 8 zu vergleichenden Merkmalen sind also für jede Zahlenreihe 8, im ganzen also 64 Neuaufstellungen notwendig. Es ist das eine Arbeit, die bei einer geringen Individuenzahl, etwa 10, sich leicht erledigen lässt, die aber bei 100 Pflanzen angesichts der mangelnden Übersicht sich als sehr umständlich erweist, ganz abgesehen von der noch weiter erforderlichen Rechenarbeit.

Ganz wesentlich einfacher ist die Aufstellung der Korrelationsschemen. Bei der Untersuchung von 8 Merkmalen zeichnet man sich nebeneinander 7 Schemen, in denen das 8. Merkmal supponiert ist, und trägt nun von jedem Individuum die Kombinationsfrequenzen gleich in sämtliche Schemen ein. Wird dann das nächste Merkmal supponiert, so sind nur noch 6 Schemen erforderlich, da dieses Merkmal bereits mit dem vorher supponierten verglichen ist. In dieser Weise wird weiter immer ein Schema weggelassen, so dass im ganzen nur 28 Schemen erforderlich sind. Der Unterschied zweier Korrelationsschemen, in denen von 2 Merkmalen einmal das eine und dann das andere supponiert ist, besteht nur darin, dass die beiden Deklinationsquadranten ihre Frequenzenzahl vertauschen; das Resultat ist das gleiche.

Die oben beschriebene Methode, mit der die hier durchgeführte neue verglichen werden soll, sei mit A, die neue Methode mit B bezeichnet.

Die Tabelle B enthält die Resultate der Verarbeitung des Zahlenmaterials von der deutschen Marschbohne nach Methode A; Tabelle C bildet einen Auszug aus Tabelle A zwecks besserer Übersichtlichkeit bei dem Vergleich der Zahlen. Die Resultate der Behandlung aller 5 Sorten (geordnet nach dem Gewicht der Pflanze) nach der Methode A enthält die Tabelle D.

(Siehe die Tabellen B, C und D auf S. 371 bis S. 375.)

Bei der Methode A muss die Korrelation eine um so deutlichere sein, je gleichmässiger die Prozentzahlen steigen. Am gleichmässigsten steigen in Tabelle D I diese Prozente für die Dicke des Stengels, Zahl der Hülsen und Gewicht der Körner. Danach sollte man annehmen, dass die Korrelation zwischen

(Fortsetzung des Textes siehe S. 375.)

Tabelle B. Deutsche Marschbohne.

(Bearbeitet nach Methode A, cfr. S. 370.)

I. Geordnet nach Gewicht der Pflanze, cfr. Tabelle D I.

II. Geordnet nach Länge des Stengels.

	Zahl der Pflanzen	Gewicht der Pflanze	Des Stengels		Der Hülsen		Der Körner		
			Länge	Dicke	Zahl	Gewicht	Zahl	Gewicht	Einzel-gewicht
		g	cm	mm		g		g	g
cm									
<70	9	10.87	—	5.94	3.22	1.69	6.44	5.56	0.86
70—80	37	15.72	—	6.63	4.24	2.42	10.16	8.42	0.83
80—90	44	20.46	—	7.24	5.29	3.17	12.52	11.22	0.89
>90	10	25.19	—	7.92	5.70	4.32	12.00	12.60	1.05
		100.0	—	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		144.6	—	111.6	131.7	143.2	157.8	151.5	96.5
		188.2	—	121.9	164.3	187.5	194.4	201.8	103.6
		231.7	—	133.3	177.0	249.7	186.3	226.6	122.1

III. Geordnet nach Dicke des Stengels.

	Zahl der Pflanzen	Gewicht der Pflanze	Länge	Dicke	Hülsen Zahl	Hülsen Gewicht	Körner Zahl	Körner Gewicht	Einzel-gewicht
mm									
<6	14	11.28	71.28	—	3.50	1.78	7.36	5.78	0.79
6—7	37	15.87	78.79	—	4.27	2.42	9.51	8.42	0.89
7—8	35	20.06	82.71	—	5.17	3.11	12.46	10.90	0.87
>8	14	27.48	89.32	—	6.29	4.51	15.36	14.82	0.96
		100.0	100.0	—	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		140.7	110.5	—	122.0	135.9	129.2	145.7	112.7
		177.8	116.0	—	147.7	174.7	169.3	188.6	110·1
		243.6	125.3	—	179.7	253.3	208.7	256.4	121.5

IV. Geordnet nach Zahl der Hülsen.

	Zahl der Pflanzen	Gewicht der Pflanze	Länge	Dicke	Hülsen Zahl	Hülsen Gewicht	Körner Zahl	Körner Gewicht	Einzel-gewicht
<4	20	11.91	73.10	6.11	—	1.72	6.70	5.94	0.89
4—6	52	15.73	81.25	6.81	—	2.70	10.77	9.59	0.88
6—8	23	23.52	85.35	7.71	—	3.82	14.44	12.79	0.89
>8	5	26.30	83.90	7.75	—	4.96	16.00	13.96	0.87
		100.0	100.0	100.0	—	100 0	100.0	100 0	100.0
		132.1	111.2	111 5	—	156.9	160.7	161.4	98.9
		197.5	116.8	126.2	—	222.1	215.5	215.3	100.0
		220.8	114.8	126.8	—	288.3	238.8	235.0	97.8

V. Geordnet nach Gewicht der Hülsen.

	Zahl der Pflanzen	Gewicht der Pflanze g	Des Stengels Länge cm	Des Stengels Dicke mm	Der Hülsen Zahl	Der Hülsen Gewicht g	Der Körner Zahl	Der Körner Gewicht g	Der Körner Einzelgewicht g
g <2	22	11.79	73.55	6.04	3.27	—	7.23	6.17	0.85
2—3	37	16.71	78.89	6.88	4.43	—	10.46	9.01	0.86
3—4	27	21.09	85.18	7.03	5.48	—	12.59	11.38	0.90
>4	14	27.55	87.28	8.21	6.57	—	15.71	14.63	0.93
		100.0	100.0	100.0	100.0	—	100.0	100.0	100.0
		141.7	107.3	113.9	135.5	—	144.7	146.0	101.2
		178.9	115.8	116.4	167.6	—	174.1	184.4	105.9
		233.7	118.7	135.9	200.9	—	217.3	237.1	109.4

VI. Geordnet nach Zahl der Körner.

	Zahl der Pflanzen	Gewicht der Pflanze g	Des Stengels Länge cm	Des Stengels Dicke mm	Der Hülsen Zahl	Der Hülsen Gewicht g	Der Körner Zahl	Der Körner Gewicht g	Der Körner Einzelgewicht g
<5	4	7.18	65.25	5.20	2.50	1.11	—	2.84	0.96
5—10	30	13.82	76.52	6.33	3.63	2.14	—	7.03	0.92
10—15	46	19.34	82.54	7.17	4.98	2.99	—	10.53	0.90
15—20	20	24.94	83.90	7.80	6.40	4.08	—	13.76	0.85
		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	—	100.0	100.0
		102.5	117.3	121.7	145.2	192.8	—	247.5	95.8
		269 3	126.5	137.9	199.2	269.3	—	370.8	93.8
		347.3	128.0	150.0	256.0	367.6	—	484.5	88.5

VII. Geordnet nach Gewicht der Körner.

	Zahl der Pflanzen	Gewicht der Pflanze g	Des Stengels Länge cm	Des Stengels Dicke mm	Der Hülsen Zahl	Der Hülsen Gewicht g	Der Körner Zahl	Der Körner Gewicht g	Der Körner Einzelgewicht g
g <5	5	7.42	68.20	5.51	2.40	1.15	3.40	—	0.93
5—10	49	15.07	77.92	6.51	4.10	2.32	9.18	—	0.86
10—15	40	21.71	84.11	7.47	5.55	3.45	13.40	—	0.91
>15	6	31.26	89.26	8.56	6.83	5.06	17.17	—	1.03
		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	—	100.0
		203.1	114.3	118.1	170.8	201.8	270.0	—	92.5
		292.6	123.3	135.6	231.3	300.0	394.1	—	97.9
		421.3	130.9	155.4	284.6	440.0	505.0	—	110.8

VIII. Geordnet nach Einzelgewicht der Körner.

	Zahl der Pflanzen	Gewicht der Pflanze g	Des Stengels Länge cm	Des Stengels Dicke mm	Der Hülsen Zahl	Der Hülsen Gewicht g	Der Körner Zahl	Der Körner Gewicht g	Der Körner Einzelgewicht g
g <0.80	24	15.49	75.30	6.66	4.75	2.49	11.25	8.12	—
0.80—0.90	29	17.88	79.88	6.92	4.69	2.78	11.24	9.44	—
0.90—1.00	28	19.89	84.10	7.28	5.03	3.02	11.06	10.95	—
>1.00	19	20.23	83.20	6.96	4.50	3.24	9.70	10.83	—
		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	—
		115.4	106.1	103.9	98.7	111.7	99.9	116.3	—
		128.4	111.7	109.3	105.9	121.8	98.3	134.8	—
		130.6	110.5	104.5	94.8	130.1	86.2	133.4	—

Tabelle C. Deutsche Marschbohne.
(Bearbeitet nach Methode B, cfr. S. 370.)

Gewicht der Pflanze	Des Stengels		Der Hülsen		Der Körner		
	Länge	Dicke	Zahl	Gewicht	Zahl	Gewicht	Einzelgewicht
I. Geordnet nach Gewicht der Pflanze.							
—	37.0	25.0	31.6	16.3	22.0	5.3	56.3
II. Geordnet nach Länge des Stengels.							
37.0	—	44.9	35.2	40.8	44.9	42.9	53.9
III. Geordnet nach Dicke des Stengels.							
25.0	44.9	—	35.1	35.1	28.2	20.5	72.4
IV. Geordnet nach Zahl der Hülsen.							
31.6	35.2	35.1	—	31.6	19.1	29.9	100.0
V. Geordnet nach Gewicht der Hülsen.							
16.3	40.8	35.1	31.6	—	38.9	23.5	56.3
VI. Geordnet nach Zahl der Körner.							
22.0	44.9	28.2	19.1	38.9	—	17.6	108.4
VII. Geordnet nach Gewicht der Körner.							
5.3	42.9	20.5	29.9	23.5	17.6	—	63.9
VIII. Geordnet nach Einzelgewicht der Körner.							
56.3	53.9	72.4	100.0	56.3	108.4	63.9	—

Geordnet nach Gewicht der Pflanze.

Nummer	Name der Sorte:	Des Stengels		Der Hülsen		Der Körner		
		Länge cm	Dicke mm	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Einzelgewicht g
I.	Deutsche Marschbohne . . .	37.0	25.0	31.6	16.3	22.0	5.3	56.3
II.	Holländische Marschbohne . .	33.3	26.6	35.1	17.5	12.4	6.4	75.4
III.	Kleine Feldbohne	23.4	26.6	31.6	25.0	17.7	6.4	66.7
IV.	Halberstädter Feldbohne . .	31.6	28.2	26.6	22.0	20.5	5.3	72.4
V.	Eckendorfer Feldbohne . . .	31.6	33.3	31.6	13.6	16.3	6.4	40.8

Die absolute Variationsweite beträgt:

Nummer	Name der Sorte:	Des Stengels		Der Hülsen		Der Körner		
		Länge cm	Dicke mm	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Einzel-gewicht g
I.	Deutsche Marschbohne . . .	47.5	4.6	7	5.9	18	18.4	0.72
II.	Holländische Marschbohne . .	30.0	5.2	4	5.8	15	15.6	0.86
III.	Kleine Feldbohne	39.5	4.4	9	3.3	23	13.6	0.32
IV.	Halberstädter Feldbohne . .	49.5	5.9	8	4.2	21	14.3	0.49
V.	Eckendorfer Feldbohne . . .	41.5	5.5	7	5.1	16	11.1	0.52

Tabelle D.

Geordnet nach Gewicht der Pflanze (Methode A).

I. Deutsche Marschbohne.

g	Zahl der Pflanzen	Des Stengels		Der Hülsen		Der Körner		
		Länge cm	Dicke mm	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Einzel-gewicht g
<10	4	63.6	5.4	2.3	1.09	3.25	2.75	0.93
10—15	20	74.1	6.2	3.5	1.87	7.30	6.18	0.88
15—20	41	70.2	6.8	4.6	2.59	10.78	9.24	0.86
20—25	24	84.9	7.5	5.8	3.47	13.75	12.19	0.91
>25	11	89.6	8.4	6.5	5.13	16.18	15.93	0.99
		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		116.5	114.8	152.2	170.6	224.6	224.7	94.6
		110.4	125.9	200.0	237.6	331.7	336.0	92.5
		133.5	137.0	252.2	318.3	423.1	448.3	97.8
		140.9	155.6	282.6	470.6	497.8	579.3	106.5

II. Holländische Marschbohne.

g	Zahl der Pflanzen	Des Stengels		Der Hülsen		Der Körner		
		Länge cm	Dicke mm	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Einzel-gewicht g
<10	12	54.71	4.88	1.83	1.32	5.08	4.71	0.93
10—15	36	56.93	6.26	2.53	2.30	6.39	6.95	1.09
15—20	30	58.95	6.75	3.33	3.25	9.23	9.90	1.07
20—25	12	65.50	7.79	3.75	3.72	12.08	13.37	1.11
>25	10	71.10	7.98	4.20	5.42	14.10	15.71	1.11
		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		104.1	128.3	138.3	174.2	125.8	147.6	117.2
		107.7	138.5	182.0	246.2	181.7	210.2	115.0
		119.7	159.8	204.9	281.8	237.8	283.9	119.4
		130.0	163.5	229.5	410.6	277.6	333.5	119.4

III. Kleine Feldbohne.

		Des Stengels		Der Hülsen		Der Körner		
g	Zahl der Pflanzen	Länge cm	Dicke mm	Zahl	Gewicht g	Zahl	Gewicht g	Einzel-gewicht g
<10	30	78.42	5.42	3.37	1.03	8.53	3.99	0.47
10—15	46	87.02	6.09	5.11	1.58	13.30	6.56	0.49
15—20	18	91.28	6.84	6.72	2.38	17.67	9.09	0.51
>20	6	96.25	7.63	8.33	3.00	25.33	13.58	0.54
		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		111.0	112.4	151.6	153.4	155.9	164.4	104.3
		116.4	126.2	199.4	231.1	207.2	227.8	108.5
		122.7	140.8	247.2	291.3	296.9	340.4	114.9

IV. Halberstädter Feldbohne.

g	Zahl der Pflanzen	Länge cm	Dicke mm	Hülsen Zahl	Hülsen Gewicht g	Körner Zahl	Körner Gewicht g	Einzel-gewicht g
<10	20	73.05	5.32	2.90	1.35	6.10	4.02	0.66
10—15	45	83.30	5.93	3.80	1.74	9.56	6.55	0.69
15—20	26	87.67	6.83	5.12	2.62	13.27	9.48	0.71
>20	9	91.72	7.29	6.67	3.25	18.11	13.34	0.74
		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		114.0	111.5	131.0	128.9	156.7	162.9	104.5
		120.0	128.4	176.6	194.1	217.5	235.8	107.6
		125.6	137.0	230.0	240.7	296.9	331.8	112.1

V. Eckendorfer Feldbohne.

g	Zahl der Pflanzen	Länge cm	Dicke mm	Hülsen Zahl	Hülsen Gewicht g	Körner Zahl	Körner Gewicht g	Einzel-gewicht g
<10	24	69.19	4.92	2.83	0.96	6.83	3.83	0.56
10—15	46	79.13	5.93	4.37	1.78	10.52	6.49	0.62
15—20	24	85.42	6.58	5.42	2.49	13.65	9.23	0.68
>20	6	90.83	7.58	6.83	3.81	16.83	11.75	0.70
		100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
		114.4	120.5	154.4	185.4	154.0	169.5	110.7
		123.4	133.7	191.5	259.3	199.9	241.0	121.4
		131.3	154.1	241.3	396.8	246.4	306.8	125.0

dem Gewicht der Pflanze und diesen 3 Merkmalen eine gleich starke ist. Ein Blick auf die Tabelle C zeigt uns aber ein anderes Bild: Die hier unter den genannten Merkmalen angeführten Zahlen gehören 3 verschiedenen Korrelationsklassen an. Auch die den 3 Zahlen entsprechenden Korrelationsschemen zeigen deutlich, dass die Korrelationen nicht als gleich stark

bezeichnet werden können (cfr. die Korrelationsschemen 1, 5 und 10 S. 347, 352, 355).

Fast gleichartig miteinander steigen ferner in Tabelle D I die für Zahl und Gewicht der Körner angeführten Prozentzahlen; die Korrelation müsste also auch hier eine gleiche sein. Tabelle C I gibt jedoch für die beiden Merkmale recht verschiedene Zahlen an.

In Tabelle B II (geordnet nach Länge des Stengels) steigen bei dem Gewicht der Pflanze die Prozentzahlen fast absolut gleichmässig um je 40 %, die Zahlen unter Dicke des Stengels ebenso gleichmässig um ca. 11 %. In den Korrelationsschemen ist jedoch die Steigerung keineswegs eine so deutliche. Die Abweichungen betragen hier 37 bezw. 44.9 %.

Ein weiterer Vergleich der Resultate beider Methoden ergibt viele derartige Beispiele für die Ungenauigkeit der Methode A.

Insbesondere wird die Verwendbarkeit der Prozentzahlen bei Vergleich mehrerer Eigenschaften einer Sorte sehr erschwert, weil diese Zahlen nicht allein den Korrelationsgrad, sondern auch die Variationsweite angeben. Je verschiedener die Variationsweite der betreffenden Eigenschaften ist, desto weniger können die Zahlen übereinstimmen. Eine weitere Ungenauigkeit der Methode A ergibt sich aus dem Umstande, dass die hier berechnete Variationsweite' weder der absoluten noch der relativen in oben beschriebenem Sinne entspricht. Sie beträgt beispielsweise für das Gewicht der Pflanze

in Tabelle	B	II	. . . .	14.28 g.
„	„	„ III	. . . .	16.20 „
„	„	„ IV	. . . .	14.39 „
„	„	„ V	. . . .	15.76 „
„	„	„ VI	. . . .	17.76 „
„	„	„ VII	. . . .	23.84 „
„	„	„ VIII	. . . .	14.74 „

Eine Übereinstimmung der höchsten Prozentzahlen in B II bis VIII unter Gewicht der Pflanze ist angesichts einer derartig grossen Verschiedenartigkeit der Variationsweite natürlich nicht zu erwarten; denn je grösser die Variationsweite, desto höhere Prozentzahlen müssen sich ergeben. Es dürfte demnach zweckmässiger sein, die absolute Variationsweite festzustellen und die Korrelationsintensität in besonderen Zahlen anzugeben.

Wie wenig sicher auch ein Vergleich der Korrelationsintensität zwischen den Eigenschaften mehrerer Sorten nach der

Methode A sich stellt, zeigt eine Gegenüberstellung der Zahlen in Tabelle C und D. Betrachten wir hier das Gewicht der Körner, so zeigt Tabelle C bei allen Sorten eine vollkommene Korrelation; in Tabelle D dagegen ist die Endprozentzahl bei der deutschen Marschbohne fast doppelt so gross als bei den übrigen Sorten. Bei dem Einzelkorngewicht ist in Tabelle C die Korrelationsintensität bei der holländischen Marschbohne und der Halberstädter Feldbohne eine fast gleich unvollkommene; in Tabelle D ist dagegen die Steigerung der Prozentzahlen bei beiden Pflanzen eine recht verschiedene.

Wenn auch zugegeben werden muss, dass der Methode B Mängel anhaften, so kann nach den vorstehenden Ausführungen als erwiesen angesehen werden, dass sie gegenüber der Methode A einfacher ist, genauer ist und vor allem für Vergleichszwecke voll verwendbare Zahlen liefert.

VI. Länge der Internodien.

An Pferdebohnen vorgenommene Indernodienmessungen sind in der Literatur bisher nicht bekannt geworden. Ich habe solche bei allen fünf Sorten an je 100 Pflanzen vorgenommen und folgende Mittelzahlen berechnet:

Tabelle 15.

Die Länge der einzelnen Internodien beträgt in Zentimetern:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
I. Deutsche Marschbohne . .	2.09	3.48	5.62	6.08	6.44	5.39	4.87	4.71	4.62	4.22	3.80
II. Holländische Marschbohne	1.92	3.18	5.11	5.78	5.21	3.71	3.68	3.27	3.46	3.41	3.05
III. Kleine Feldbohne . . .	1.71	3.05	5.09	5.62	5.26	5.25	5.36	5.54	5.26	4.88	4.61
IV. Halberstädter Feldbohne .	1.82	3.71	6.32	6.59	6.36	5.75	4.67	4.89	4.79	4.51	3.93
V. Eckendorfer Feldbohne. .	1.67	3.25	6.03	6.13	6.05	5.48	4.52	4.79	4.61	4.30	3.91

	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
I. Deutsche Marschbohne. .	3.85	3.53	3.29	3.29	3.17	3.11	3.00	2.61	2.38	2.04	1.86
II. Holländische Marschbohne	3.00	2.86	2.74	2.65	2.68	2.47	2.43	2.05	1.92	1.87	1.45
III. Kleine Feldbohne . . .	4 36	3.98	3.96	3.92	3.82	3.59	3.25	2.77	2.42	2.48	1.99
IV. Halberstädter Feldbohne .	3.99	3.61	3.48	3.44	3.38	3.28	2.83	2.57	2.22	1.94	1.71
V. Eckendorfer Feldbohne. .	3.88	3.51	3.52	3.39	3.21	3.02	2.71	2.24	2.04	1.89	1.56

Die Unterschiede der Internodienlänge sind so bedeutungslos, dass dieses Merkmal jedenfalls nicht zur Charakterisierung der Sorten Verwendung finden kann.

Das für unsere Getreidearten von Nowacki aufgestellte, aber auch von vielen Seiten widerlegte Gesetz vom arithmetischen Mittel findet hier keine Bestätigung.

Während bei den Getreidearten Untersuchungen an Internodien zur Erreichung möglichster Halmstärke von Wert sein können, liegt bei den Pferdebohnen kein Grund vor, den Internodienmessungen besondere Bedeutung beizulegen.

Im Frühjahr 1906 wurde von den 1905 angebauten Sorten wiederum Originalsaat bezogen, ausserdem Kirsches Pferdebohne zu den Untersuchungen mit herangezogen.

Als Hauptziel galt — wie schon erwähnt — die Feststellung der Korrelationsintensität zwischen der oberirdischen Pflanzenmasse und den Wurzeln, ferner sollte der Wasserbedarf der verschiedenen Sorten während der Vegetationszeit dauernd kontrolliert werden.

Daneben wurden Ermittelungen bezüglich der Länge, Breite und Dicke der Samen, über das Verhältnis zwischen Samenschalengewicht und Gewicht des Samenkorns, Flächeninhalt und Trockensubstanzgehalt der Blätter einer bestimmten Region, Blattfolge, Blütenfolge und Hülsenansatz angestellt; auch der Frage der Befruchtungsverhältnisse sollte näher getreten werden.

Die Reihenfolge der Sorten ist dieselbe wie 1905. Das 1000-Korngewicht der Originalsaat betrug:

I.	Deutsche Marschbohne	1208.9 g.
II.	Holländische Marschbohne	1185.9 „
III.	Kleine Feldbohne	590.7 „
IV.	Halberstädter Feldbohne	869.2 „
V.	Eckendorfer Feldbohne	708.7 „
VI.	Kirsches Bohne	915.7 „

VII. Messungen an Körnern.

Mittelst der Fliessprobe wurden je 200 Körner gewonnen, deren Maſse ich mit Hilfe einer Schublehre feststellte.

Dabei sind Länge und Breite in je einem Maſs, die Dicke dagegen in 3 Maſsen festgestellt worden. Aus den 3 Dickenmaſsen wurde dann die mittlere Dicke berechnet.

Die Resultate finden sich in der folgenden Tabelle zusammengestellt; die Ergebnisse bezüglich der Korrelation zwischen Länge und Breite einerseits und Länge und Dicke andererseits enthält die Tabelle 17.

Tabelle 16.

	Der Körner					
	Länge		Breite		Dicke	
	mm	i. Mittel	mm	i. Mittel	mm	i. Mittel
I. Deutsche Marschbohne	14.0—20	16.91	11.0—15.0	12.75	6.3—9.2	7.75
II. Holländische Marschbohne	13.0—23	17.90	10.0—17.0	13.39	5.8—8.5	7.10
III. Kleine Feldbohne	10.5—15	11.77	7.5—11.5	9.30	6.0—9.0	7.60
IV. Halberstädter Feldbohne	11.0—17	13.33	9.0—12.0	10.79	7.0—9.0	8.15
V. Eckendorfer Feldbohne	10.5—16	12.91	8.0—12.0	10.01	6.7—9.3	7.99
VI. Kirsches Feldbohne	10.5—19	14.15	8.5—15.0	11.11	5.7—9.3	7.96

Tabelle 17.

	Korrelation zwischen Länge und	
	Breite %	Dicke %
Der prozentische Anteil (A) der Abweichungen beträgt:		
I. Deutsche Marschbohne	32.45	68.07
II. Holländische Marschbohne	26.58	68.23
III. Kleine Feldbohne	48.15	72.41
IV. Halberstädter Feldbohne	38.89	75.44
V. Eckendorfer Feldbohne	40.84	60.00
VI. Kirsches Feldbohne	26.58	60.00

Vorstehende Ergebnisse müssen aber eine Einschränkung erfahren, da es sich ja nicht um die Gesamtkornmasse einer bestimmten Anzahl Pflanzen, sondern um bezogene Originalsaat handelt, die natürlich mehr oder weniger sorgfältig sortierte Körner enthält. Durch das Fehlen einer verschieden grossen Menge von kleinen Körnern, also das Wegfallen eines Teiles der Korrelationsdiagonale, erfahren naturgemäss die berechneten Mittel und damit die prozentischen Anteile der Abweichungen eine Verschiebung.

Dass es sich um ausgelesenes Material handelte, liess sich denn auch aus den Korrelationsschemen ohne weiteres ersehen.

Der Korrelationsquadrant II enthielt zum Teil ganz erheblich mehr, in einem Falle fünfmal soviel Kombinationsfrequenzen, als der Quadrant I.

Bezüglich der Korrelationsintensität bei den verschiedenen Sorten ist der Tabelle nichts Besonderes hinzuzufügen, zumal die Unterschiede keine nennenswerten sind. Der Zusammenhang zwischen Länge und Breite ist jedenfalls ein sehr viel grösserer als der zwischen Länge und Dicke, die Korrelation bei allen Sorten eine deutliche bezw. schwach angedeutete.

VIII. Gewicht der Samenschale und Anteil dieses Gewichtes am Korngewicht.

Um das Gewicht der Samenschale festzustellen, wurden von jeder Sorte 100 Körner, deren Gesamtgewicht dem oben angeführten 1000-Korngewicht entsprach, 24 Stunden lang in Wasser von 14 ° C. eingequellt. Die danach abgelösten Samenschalen wurden im Trockenschrank bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und darauf an der Luft stehen gelassen, bis ebenfalls Gewichtskonstanz eintrat, sie also „lufttrocken“ waren. Die gefundenen Zahlen für das Schalengewicht, sowie für den prozentischen Anteil des Schalengewichtes am Korngewicht sind in der folgenden Tabelle, in der die Sorten nach dem 1000-Korngewicht sich geordnet finden, aufgeführt:

	100-Korngewicht	Samenschalen lufttrocken	Schalengewicht vom Korngewicht
	g	g	%
Deutsche Marschbohne	120.9	16.39	13.89
Holländische Marschbohne	118.6	14.69	12.14
KIRSCHES Feldbohne	91.6	10.70	11.68
Halberstädter Feldbohne	86.9	10.26	11.79
Eckendorfer Feldbohne	70.9	8.41	11.85
Kleine Feldbohne	59.1	6.95	11.78

Dass bei den letzten vier zur Varietät v. f. minor gehörenden Sorten angesichts der erheblichen Differenzen im 100-Korngewicht mit dem Fallen des letzteren auch das absolute Gewicht der Samenschalen fällt, kann nicht weiter überraschen. Bei den beiden Marschbohnen dagegen tritt schon die oben angegebene Gesetzmässigkeit bei Betrachtung der Zahlen für das absolute Samenschalengewicht klar zutage. Die nur wenig geringeres 100-Korngewicht aufweisende holländische Marschbohne hat ein

nicht unwesentlich geringeres absolutes Samenschalengewicht; natürlich ist der prozentische Anteil des Schalengewichts am Korngewicht bei der holländischen Marschbohne entsprechend geringer.

Bei den vier Sorten von v. f. minor findet sich bezüglich des relativen Samenschalengewichtes die S. 332 angeführte Behauptung FRUWIRTHS in vollem Umfange bestätigt. Das relative Gewicht der Samenschalen bleibt sich trotz der Steigerung des Korngewichtes, die bei Vergleich der kleinen Feldbohne mit KIRSCHES Bohne sogar 55.2 % beträgt, fast gleich; KIRSCHES Bohne zeigt mit dem höchsten 100-Korngewicht den niedrigsten Samenschalenanteil.

Während in der vorstehenden Zusammenstellung die relativen Schalengewichte für v. f. major mit denen von FRUWIRTH [1]) gefundenen annähernd übereinstimmen, weicht die von demselben Autor für v. f. minor ungenannter Sorte gegebene Zahl von 15.73 % ganz erheblich von den meinigen ab.

IX. Topfversuche.

I. Reihe.

Zur Vorbereitung der Topfversuche wurden 24 Töpfe aus Zinkblech mit einem Durchmesser von 25 cm und einer Höhe von ebenfalls 25 cm mit einer je gleichen Menge Sandboden, der gehörig gemischt und durchgesiebt war, gefüllt.

Die Wasserkapazität dieses Bodens betrug 24.89 %, wovon 60 % gesättigt wurden.

Die Düngung erfolgte in Form von 5 g schwefelsaurem Kali und 10 g Superphosphat pro Topf.

Für jede Sorte standen zunächst 4 Töpfe zur Verfügung, in die am 9. April je 12 dem Typus der Sorte entsprechende Samen von gleichem Gewicht in genau bemessenen Abständen 5 cm tief eingelegt wurden.

Die Keimung erfolgte bei allen Sorten sehr unregelmässig, eine Erscheinung, welche in der vielen Leguminosensamen eigentümlichen Hartschaligkeit, bedingt durch eine anormale Beschaffenheit der Palisadenschicht, ihre Erklärung finden dürfte.[2]) Die ersten Keimlinge zeigten sich am 23. April; bis zum 2. Mai

[1]) cfr. FÜHLINGS Landw. Ztg. 1898, S. 443 ff.

[2]) Diese Hartschaligkeit zeigte sich auch beim Entschalen mehrerer vorgequollener Körner.

hatten in allen Töpfen mindestens 10 Samen gekeimt. Bemerkenswerte Unterschiede in der Keimung zwischen den einzelnen Sorten waren nicht vorhanden.

Da die Stellung der Pflanzen sich als zu dicht erwies, wurden aus sämtlichen Töpfen am 23. Mai 4 Pflanzen entfernt, so dass noch 8 zurückblieben.

Bei der Weiterentwickelung zeigte die holländische Marschbohne wie 1905 zunächst wieder bezüglich der Länge des Hauptstengels einen erheblichen Vorsprung; sie blieb aber dann in der Höhenentwickelung gegenüber den anderen Sorten bedeutend zurück.

Das Begiessen der Töpfe geschah während der ersten Vegetationszeit nach Bedarf. Vom 29. Mai ab wurde dann regelmässig täglich morgens 9 Uhr bis zur Ernte das Gewicht der verdunsteten Wassermenge festgestellt und die Wasserkapazität stets wieder bis 60 % gesättigt. Das zum Ersatz nötige Wasser wurde stets am vorhergehenden Tage bereitgestellt.

Die Pflanzen wuchsen so unter absolut gleichartigen Verhältnissen heran und wurden von Schädlingen in keiner Weise im Wachstum gehemmt. Die in 2 Reihen hintereinander stehenden Töpfe wurden täglich umgestellt, um eine gleichmässige Beleuchtung zu gewährleisten. Schutz gegen Niederschläge fanden die auf Wagen stehenden Töpfe in einem bedachten Raum.

1. Untersuchungen über Wasserverdunstung.

Die für die Wasserverdunstung gefundenen Zahlen habe ich in der Anhangstabelle II, für je 7 Tage zusammengestellt, angegeben. Aus der dieser Tabelle angeschlossenen Übersicht ergibt sich, dass die holländische Marschbohne während der ersten 8 Wochen nach dem 29. Mai entsprechend ihrer schnelleren Entwickelung konstant die grösste Wassermenge verbrauchte, während Kirsches Bohne während der Zeit vom 19. Juni bis 30. Juli, also 6 Wochen nacheinander ebenso konstant den geringsten Wasserbedarf aufwies. Nur in den letzten 3 Wochen zeigt sich ein ähnlich konstantes Verhalten zwischen der holländischen Marschbohne, die in Anbetracht ihres frühen Vegetationsabschlusses die geringste Wassermenge konsumierte, und der deutschen Marschbohne mit dem höchsten Wasserverbrauch. Die für die holländische Marschbohne in der letzten Woche angegebene besonders niedrige Zahl resultiert nur aus dem Topf No. 7, da die übrigen 3 Töpfe bereits geerntet waren.

Da die Sorten sich bis zur 9. Versuchswoche, also bis zum 30. Juli, bezüglich der Wasserverdunstung zueinander ziemlich gleichartig verhielten, sei hier die bis dahin verbrauchte Wassermenge im Vergleich zu der vom 30. Juli bis zur Ernte erforderlich gewesenen für die einzelnen Sorten angegeben.

Tabelle 18.

Die Verdunstung betrug in Gramm:[1])

	29. Mai bis 30. Juli	31. Juli bis 25. August	Insgesamt	+ gegenüber VI
I. Deutsche Marschbohne	109 600	32 130	141 730	13 550
II. Holländ. Marschbohne.	116 380	20 230	136 610	8 430
III. Kleine Feldbohne . .	105 390	28 740	134 130	5 950
IV. Halberstädt. Feldbohne	109 360	30 350	139 710	11 530
V. Eckendorfer Feldbohne	103 780	26 180	129 960	1 780
VI. Kirsches Feldbohne .	101 220	26 960	128 180	0

Aus den Zahlen ist ersichtlich, dass die holländische Marschbohne bis zum 30. Juli mit ihrem Wasserverbrauch ebensoweit über den anderen Sorten steht, wie sie nachher hinter diesen zurückbleibt.

Von den übrigen Sorten zeigt Kirsches Bohne bis zum 30. Juli die geringste Wasserverdunstung, nach dieser Zeit wird sie in diesem Verhalten zu den anderen Sorten von der Eckendorfer Feldbohne nur wenig überholt. Die deutsche Marschbohne weist auch nach dem 30. Juli eine sehr grosse Wasserverdunstung auf.

Diese Zahlen sind bei der Sortenwahl vielleicht der Berücksichtigung wert, da der Anbau der Pferdebohne in erster Linie einen sehr grossen Wasservorrat im Boden und eine dauernde Ergänzung des verbrauchten Wassers voraussetzt; unter allen bei uns feldmässig angebauten Hülsenfrüchten ist erfahrungsgemäss die Pferdebohne gegen Trockenheit am empfindlichsten.

Auch die Kenntnis der Verteilung der notwendigen Wassermenge auf die Vegetationszeit ist von grosser Wichtigkeit, da unsere Kulturböden zu verschiedenen Zeiten ungleich viel Wasser zu enthalten pflegen. Während auf schweren Böden, die für Pferdebohnen hauptsächlich nur in Betracht kommen, in der ersten

[1]) Die hier und in der Anhangstabelle II angegebenen Zahlen enthalten natürlich auch die Verdunstung des Bodens, die aber für alle Töpfe als annähernd gleich stark anzunehmen ist.

Hälfte der Vegetationszeit meist genügend Wasser vorhanden sein wird, kann sich später sehr leicht ein Versagen der Wasserzuleitung zu den Pflanzen bemerkbar machen. Es werden demnach die auch während der II. Periode sehr viel Wasser verbrauchenden Sorten zweifellos ungünstiger gestellt sein. Nach dieser Richtung stehen sich die beiden Marschbohnen als Extreme gegenüber: Die deutsche Marschbohne hatte am meisten, die holländische am wenigsten Wasser nötig. Die Feldbohnen weisen hier keine erheblichen Differenzen auf.

II. Reihe.

Für Untersuchungen während der Wachstumszeit in anderer Richtung, bei denen eine Verletzung und teilweise Einhüllung der Pflanzen sich erforderlich machte, wurde eine 2. Reihe von Topfversuchen in genau derselben Weise und Zahl eingerichtet, wie die eben beschriebene.

Auch hier geschah das Begiessen täglich; die Resultate der Verdunstungsermittelungen waren jedoch nicht verwendbar, da ein Teil der Pflanzen von Blattläusen befallen wurde und ausserdem die Bedingungen für eine absolut gleichmässige Belichtung nicht so günstig gestaltet werden konnten, wie bei der 1. Reihe.

Der Boden war von ähnlicher Beschaffenheit, wie der zur 1. Reihe benutzte, enthielt 5.75 % abschlämmbare Teile und zeigte eine Wasserkapazität von 24.59 %.

Die Saat erfolgte am 9. Mai; die Keimung ging in derselben unregelmässigen Weise, aber schneller als bei der 1. Reihe vor sich; am 1. Juni wurde in allen Töpfen die Pflanzenzahl auf 8 reduziert.

2. Untersuchungen über die Individualität der Blätter.

Zwecks Ermittelungen über die Individualität der Blätter und über eine etwa vorhandene Korrelation zwischen Einzelblattgewicht und Gewicht der Gesamtblattmasse wurden am 7. Juli von je 20 Pflanzen die Blätter des 4. Blattknotens entfernt, und zwar wurde diese Region gewählt, da bei allen Sorten hier die Blattzahl 2 beträgt.

Die Umrisse der Blätter wurden auf gutes starkes Papier aufgezeichnet, die so erhaltenen Papierblätter ausgeschnitten und einzeln gewogen. Vergleichend mit dem Gewicht von 5 Papierproben, deren Flächeninhalt bekannt war, wurden dann die Ge-

wichte der Papierblätter in die entsprechenden Zahlen für die Grösse der Blattfläche umgerechnet und die Durchschnittszahlen ermittelt. Die Zahlen für den Flächeninhalt der Papierblätter sind dann gleich denen der wirklichen Blätter.

Da das Aufzeichnen der Blattkonturen durch einfaches Auflegen der Blätter auf das betreffende Papier grosse Ungenauigkeiten, hervorgerufen namentlich durch Verschieben, zulässt, wendete ich folgendes Verfahren an: Auf einen in Fensternähe stehenden Tisch stellte ich eine Fensterscheibe so schräg, dass genügend Licht von unten durch diese hindurchfallen konnte. Auf diese Fensterscheibe legte ich eine Anzahl Blätter, auf diese das betreffende Papier und zeichnete dann die Blattumrisse genau nach.

Die Ermittelungen bezüglich der Grösse der Blattfläche ergaben folgendes:

	Die Grösse der Blattfläche schwankt von	beträgt im Mittel
	qcm	qcm
Deutsche Marschbohne	24.6—47.6	33.9
Holländische Marschbohne	16.9—40.0	27.7
Kleine Feldbohne	19.2—36.9	25.5
Halberstädter Feldbohne	16.9—39.2	28.6
Eckendorfer Feldbohne	19.2—47.6	28.8
Kirsches Feldbohne	19.2—42.3	31.6

Die Korrelation zwischen Blattflächengrösse und Blattgewicht zeigt die folgende Zusammenstellung, in der die Sorten nach dem „Mittel“ der eben angeführten Tabelle geordnet sind.

Tabelle 19.

	Der (je 40) Blätter			
	Blattflächeninhalt im Mittel	Gewicht[1])		
		frisch	lufttrocken	absolut trocken
	qcm	g	g	g
Kleine Feldbohne	25.5	22.55	2.48	2.21
Holländische Marschbohne	27.7	25.19	2.96	2.63
Halberstädter Feldbohne	28.6	24.48	2.94	2.63
Eckendorfer Feldbohne	28.8	23.55	2.83	2.52
Kirsches Feldbohne	31.6	27.26	3.26	2.96
Deutsche Marschbohne	33.9	30.13	3.51	3.13

[1]) Der Tabelle 20 (S. 386) entnommen.

Sofort nach dem Abschneiden der Blätter, also noch vor dem Aufzeichnen der Blattumrisse, wurden die Blätter jeder Sorte gewogen und dann zum Trocknen auf Fliesspapier liegen gelassen, bis wieder Gewichtskonstanz eintrat, d. h. bis sie lufttrocken geworden waren. Um dann noch den absoluten Wasser- und damit den Trockensubstanzgehalt zu ermitteln, wurde die Blattmasse fein zerkleinert, in einen Trockenschrank von 100° C. eingebracht und wiederholt nach Abkühlen in Exsikkatoren gewogen, bis wiederum keine Unterschiede zu bemerken waren.

Die Ergebnisse sind die folgenden:

Tabelle 20.

	Je 40 Blätter				
	wiegen			enthalten	
	frisch g	lufttrocken g	absolut trocken g	Wasser %	Trockensubstanz %
I. Deutsche Marschbohne	30.13	3.51	3.13	89.61	10.39
II. Holländische Marschbohne	25.19	2.96	2.63	89.60	10.40
III. Kleine Feldbohne	22.55	2.48	2.21	90.20	9.80
IV. Halberstädter Feldbohne	24.48	2.94	2.63	89.25	10.75
V. Eckendorfer Feldbohne	23.55	2.83	2.52	89.30	10.70
VI. Kirsches Feldbohne	27.26	3.26	2.96	89.14	10.86

Der absolute Wasser- und damit der Trockensubstanzgehalt weisen sehr minimale Differenzen auf, etwas abweichend verhält sich nur die kleine Feldbohne mit 90.20 % Wasser- und 9.80 % Trockensubstanzgehalt.

Interessant ist dagegen der Vergleich der lufttrockenen Blattmasse mit den im Vorjahr an der Gesamtblattmasse von je 10 Pflanzen vorgenommenen Untersuchungen, die bereits oben[1]) aufgeführt wurden.

Es seien hier zur besseren Übersicht beide Zahlenreihen nebeneinander angegeben, geordnet nach den Ergebnissen von 1905.

---

[1]) cfr. S. 339.

	1905 Gesamtblattmasse pro Pflanze	1906 40 Blätter
	g	g
Deutsche Marschbohne	3.95	3.51
Kirsches Bohne	—	3.26
Holländische Marschbohne	3.34	2.96
Halberstädter Feldbohne	3.24	2.94
Eckendorfer Feldbohne	3.18	2.83
Kleine Feldbohne	2.52	2.48

Für Kirsches Bohne konnte nur die Zahl für 1906 angegeben werden, da diese Sorte 1905 nicht angebaut worden war.

Die Beziehung zwischen Einzelblattgewicht und dem Gewicht der Gesamtblattmasse pro Pflanze tritt in dieser Zusammenstellung klar hervor. Nur die kleine Feldbohne macht eine Ausnahme derart, dass sie bei geringstem Einzelblattgewicht eine relativ grössere Zahl für das Gesamtgewicht der Blattmasse als die anderen Sorten aufweist.

Zu bemerken ist noch, dass das Abschneiden der Blätter in beiden Jahren zu fast derselben Zeit, nämlich 1905 am 4. Juli, 1906 am 7. Juli erfolgte.

3. Untersuchungen über Befruchtungsverhältnisse.

Schon wiederholt sind die Befruchtungsverhältnisse der Pferdebohne untersucht worden. Bereits Darwin stellte mit dieser Pflanze sehr interessante Versuche an, die zu dem Ergebnis führten, dass die Bohnen unter Netz bei Nichtberührung der Pflanzen etwa $^2/_3$ geringere Fruchtbarkeit zeigten. Wurden dagegen die eingehüllten Pflanzen während der Blüte erschüttert, so war die Fruchtbarkeit eine normale.

Eine Bestätigung dieser Befunde fand Fruwirth bei mehrjährigen Versuchen, die sich auch auf Beobachtung der Nachkommenschaft der eingehüllten Pflanzen erstreckten.

Fruwirth[1]) äussert sich unter Berücksichtigung dieser und anderer Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse bei Pferdebohnen wie folgt:

„Selbstbestäubung tritt, wenn auch meist durch Insekten vermittelt, oft ein; Fremdbestäubung ist gleichfalls möglich. Einschluss hat bescheidenen Erfolg. Nebeneinander abblühende

[1]) Fruwirth, Die Züchtung der landw. Kulturpflanzen, Bd. III, 1906, S. 124.

Formen können bastardieren, aber derart entstandene Bastarde sind selten. Der Ansatz unbeeinflusster Pflanzen erfolgt äusserst mangelhaft."

Um auch nach dieser Richtung das Verhalten der zur Verfügung stehenden sechs Sorten festzustellen, hüllte ich bei der 2. Versuchsreihe von jeder Sorte mehrere Tage vor dem Eintritt der Blüte die Pflanzen je eines Topfes in ganz engmaschige Gaze mit absolut sicherem Schluss ein. Erst nach Verlauf von 5 Wochen konnten die Hüllen wegen der sehr ausgedehnten Blütezeit entfernt werden.

Bei der holländischen Marschbohne und der kleinen Feldbohne trat bei den eingehüllten Töpfen Befall von grünen Erbsenblattläusen (Siphonophora Ulmariae *Schrank*) in so erheblichem Maße ein, dass diese beiden Töpfe aus der Versuchsreihe entfernt, die Pflanzen vernichtet werden mussten. Die durch die Gaze abgeschwächte Belichtung bewirkte natürlich ein Etiolieren der Pflanzen.

Tabelle 21.

	Die Zahl der Hülsen betrug		
	in den nicht eingehüllten Töpfen i. D.	in den eingehüllten Töpfen	also weniger %
Deutsche Marschbohne	10.0	10	—
Halberstädter Feldbohne	15.3	8	47.7
Eckendorfer Feldbohne	14 3	10	30.8
Kirsches Feldbohne	14.7	14	4.8

Der auffallend geringe Besatz bei der Halberstädter Feldbohne ist auf schwache Verlausung nach der Enthüllung des Topfes zurückzuführen.

Eine Erschütterung der Pflanzen fand täglich bei Feststellung des Wasserverlustes, der erheblich geringer war als bei den übrigen Töpfen, statt.

Ob die hier festgestellten Differenzen tatsächlich aus einem verschiedenen Verhalten der einzelnen Sorten bezüglich der Befruchtungsverhältnisse resultieren, könnte erst durch eine grössere Ausdehnung der Versuche ermittelt werden.

Zweifellos ist, dass die züchterische Behandlung der Pferdebohne durch die mögliche Fremdbefruchtung sehr erschwert wird.

In Widerspruch zu FRUWIRTHS S. 388 oben angeführter Bemerkung, dass Bastarde selten seien, steht der bekannte Ausspruch ALEFELDS,[1]) der behauptet, dass keine der Kulturpflanzen leichter ausartet, als die Puffbohne. Die als Belege dieser Behauptung angeführten Erscheinungen werden von FRUWIRTH[2]) selbst als Folgen von Kreuzungen angesehen.

4. Verlauf der Blüte.

Der Verlauf der Blüte wurde bei der 2. Versuchsreihe einer genauen Beobachtung unterworfen, während bei der 1. Reihe nur Aufzeichnungen über den Beginn der Blüte geschahen. Die dabei gewonnenen Zahlen sind die folgenden:

	Die ersten Blüten öffneten sich am	Sämtliche Pflanzen waren aufgeblüht am
Deutsche Marschbohne	5. Juni	17. Juni.
Holländische Marschbohne	3. „	12. „
Kleine Feldbohne	18. „	26. „
Halberstädter Feldbohne	9. „	19. „
Eckendorfer Feldbohne	8. „	19. „
KIRSCHES Feldbohne	8. „	20. „

Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, dass die Marschbohnen einige Tage früher die Blüte beginnen als die Feldbohnen, unter denen sich die kleine Feldbohne durch besonders späten Blütenbeginn auszeichnet, während die übrigen drei Sorten nur ganz geringe Unterschiede aufweisen.

Es sind das Feststellungen, die sich mit den S. 338 für 1905 angegebenen Zahlen decken und die auch bei der 2. Versuchsreihe volle Bestätigung fanden.

Bei der 2. Versuchsreihe wurde jeden 2. Tag von sämtlichen Pflanzen ausser den eingehüllten genau die Zahl und der Sitz der neu erschienenen Blüten vermerkt. Dabei stellte sich von der für alle Hülsenfrüchte gültigen Gesetzmässigkeit, dass das Aufblühen sowohl an der Pflanze wie auch in den Blütentrauben stets von unten beginnend allmählich nach oben fortschreitet, keine Ausnahme heraus.

Der Hauptzweck lag aber bei diesen Aufzeichnungen auch nicht in der Untersuchung der Gültigkeit dieses Gesetzes, sondern

[1]) ALEFELD, Landw. Flora S. 32.
[2]) FRUWIRTH, Anbau der Hülsenfrüchte S. 166.

in Nachforschungen bezüglich des prozentischen Anteils der fruchtbaren Blüten an der Gesamtblütenzahl, deren Ergebnisse folgende waren:

	Gesamtzahl der Blüten von je 24 Pflanzen	Davon angesetzt: Zahl	%
Deutsche Marschbohne	822	30	3.6
Holländische Marschbohne	835	20	2.4
Kleine Feldbohne	495	41	8.3
Halberstädter Feldbohne	569	46	7.9
Eckendorfer Feldbohne	572	43	7.5
KIRSCHES Feldbohne	923	44	4.8

Die beiden Marschbohnen zeigen bei relativ hoher Blütenzahl einen sehr geringen Ansatz; von den übrigen Sorten weist nur KIRSCHES Feldbohne einen geringeren prozentischen Ansatz, dafür aber eine so viel höhere Gesamtblütenzahl auf, dass trotzdem die Zahl der angesetzten Blüten denen der anderen 3 minor-Sorten annähernd gleicht.

Als „angesetzt“ sind in vorstehender Tabelle nur diejenigen Blüten betrachtet, die Hülsen mit voll ausgebildeten Körnern geliefert haben, und dieser Umstand erklärt auch wohl den absolut und relativ geringen Ansatz der beiden Marschbohnen.

(Fortsetzung des Textes s. S. 391.)

Ta-

Die durchschnittliche Zahl der

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
I. Deutsche Marschbohne	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.6	3.6	3.9	4.1	4.4	4.5	5.0	5.3
II. Holländische Marschbohne	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	3.5	4.2	4.3	4.7	4.9	4.8	4.9	5.0
III. Kleine Feldbohne	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	3.1	3.8	4.0	4.3	4.6	4.8
IV. Halberstädter Feldbohne	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.2	3.2	3.7	4.0	4.3	4.6	4.7	5.0
V. Eckendorfer Feldbohne	2.0	2 0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	3.3	3.9	4.2	4.8	4.9	5.2
VI. KIRSCHES Feldbohne	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	3.2	3.2	4.4	4.5	4.8	5.1	5.3

Eine absolut genaue Übereinstimmung zeigt sich nur in den ersten 4 Blattknoten mit je 2 Fiederblättern; im 5. Blattknoten beträgt die Zahl auch noch 2 mit Ausnahme der holländischen Marschbohne.

Die Gesamtzahl der Blätter ist der vorstehenden Tabelle angeschlossen.

Die Pflanzen waren wahrscheinlich infolge des engen Standes nicht in der Lage, die beiden Sorten typischen grossen Körner in grösserer Zahl zu liefern. Die Folge war, dass sehr viele Hülsen vertrockneten und abfielen; einige Pflanzen zeigten sogar überhaupt keine angesetzten Hülsen im vorstehenden Sinne.

Auch der prozentische Ansatz der übrigen Sorten ist als ein sehr geringer anzusehen.

Fruwirth[1]) hat im Durchschnitt mehrerer Sorten bei Einschluss der Pflanzen einen Ansatz von 12 %, bei Freiabblühen einen solchen von 15 % gefunden.

5. Anordnung und Zahl der Blätter.

Ebenfalls bei der 2. Versuchsreihe wurde an je 24 Pflanzen die Zahl der Fiederblätter in den einzelnen Blattknoten festgestellt, und zwar musste dies dreimal in gewissen Zeitabständen geschehen, da viele Pflanzen ihre Höhenentwickelung überhaupt nicht abschliessen, andererseits die unteren Blätter besonders bei dichtem Stande sehr früh abfallen.

Es ist im folgenden das Mittel aus je 24 Pflanzen angegeben; die Niederblätter sind unberücksichtigt geblieben, so dass die erste Zahl für den ersten echten Blattknoten gilt.

belle 22.

Fiederblätter beträgt im Blattknoten:

14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	Gesamtzahl der Blätter von 24 Pflanzen
5.4	5.4	5.4	4.5	4.6	3.6	3.0	2.7	1.8	1.3	0.7	0.4	0.3	0.3	0.1	0.1	—	—	—	—	1982
5.2	5.1	4.8	4.3	3.6	2.9	2.1	1.7	1.7	0.9	0.7	0.6	0.5	0.4	0.1	—	—	—	—	—	1982
5.1	5.1	5.1	4.9	3.4	2.2	1.6	1.0	0.8	0.8	0.7	0.7	0.4	0.2	0.1	0.1	—	—	—	—	1722
5.5	5.6	5.6	5.4	5.1	3.9	2.5	1.8	1.1	0.7	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	1987
5.3	5.6	5.2	5.5	4.8	3.3	2.4	1.1	0.9	0.8	0.8	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	—	—	1872
5.4	5.2	5.1	4.7	4.0	3.2	2.7	2.4	1.8	1.7	1.2	0.4	0.3	0.4	0.3	0.3	0.2	0.1	—	—	1952

(Hierzu Text s. S. 390 unten.)

6. Vegetationsdauer.

Es wurde an anderer Stelle bereits angedeutet, dass selbst bei früher Saat die Reifeperiode der Pferdebohne sehr spät beginnt und in eine Zeit fällt, die ein volles Ausreifen vieler

[1]) Fruwirth, Züchtung etc., Bd. III, S. 124.

Hülsen nicht gewährleistet. Andererseits bilden sich auch selbst während der Hauptreifeperiode noch Hülsen, die aber nur nachteilig wirken können.

Es wäre deshalb von sehr grosser Bedeutung, wenn es dem Züchter gelänge, die Vegetationsdauer herabzusetzen und Sorten heranzuziehen, die bei Beginn der Reife ihr Wachstum einstellen und die noch vorhandenen Säfte den Körnern zuwenden.

Bei den in Töpfen gezogenen Sorten wurden für die Vegetationsdauer folgende Zahlen gefunden:

	I. Reihe (Saat am 9. April) Tage	II. Reihe (Saat am 9. Mai) Tage	Letztere also weniger Tage
Deutsche Marschbohne	138	127	11
Holländische Marschbohne	131	125	6
Kleine Feldbohne	140	120	20
Halberstädter Feldbohne	138	124	14
Eckendorfer Feldbohne	138	124	14
KIRSCHES Feldbohne	138	122	16

Bei der I. Reihe, also bei normaler Saatzeit zeigt die holländische Marschbohne die kürzeste, die kleine Feldbohne die längste Vegetationszeit. Die übrigen 4 Sorten haben eine gegenüber der kleinen Feldbohne nur wenig kürzere Vegetationsdauer. Bei der erst am 9. Mai bestellten II. Reihe ist eine gewaltsame Verkürzung der Vegetationszeit eingetreten, wobei die Sorten ein sehr verschiedenes Verhalten aufweisen.

Natürlich wäre dieser Weg, die Verkürzung der Vegetationszeit durch Hinausschieben der Saat herbeizuführen, keineswegs der richtige; dieses Ziel lässt sich nur durch Auswahl und Weiterzucht besonders frühreifer Individuen erreichen.

7. Wurzeluntersuchungen.

Über den Aufbau des Wurzelsystems der Pferdebohnen, sowie über das Akkommodationsvermögen der Wurzeln dieser Pflanze liegen sehr eingehende Untersuchungen u. a. von HELLRIEGEL und KRAUS vor, die sich auf ein umfassendes Material stützen. Über das Wurzelsystem der Pferdebohne äussert sich KRAUS[1]) folgendermafsen:

[1]) cfr. WOLLNY, Forschungen auf dem Gebiet der Agrikulturphysik Bd. 18, 1895, S. 113 ff.

„Das Wurzelsystem von vicia faba ist sehr charakteristisch und ziemlich starr. Die reichliche Entwickelung langwüchsiger Wurzeln in der oberen Region der Pfahlwurzel befähigt die Pflanze zu einer guten Ausnutzung der Krume, das starke Längenwachstum der Pfahlwurzel ermöglicht die Ausnutzung der Tiefe, allerdings bei der geringeren Seitenbewurzelung in geringerem Betrage. Da der Pfahlwurzel in der Regel das Vermögen fehlt, bei Störungen ihres Wachstums energisch treibende Ersatzwurzeln zu entwickeln, ist das Vordringen in die Tiefe in der Hauptsache von der Erhaltung der Pfahlwurzel abhängig. Es braucht aber der Verlust der Pfahlwurzelspitze das Gedeihen der Pflanzen nicht zu beeinträchtigen, da sie in der Lage sind, ihre reiche obere Bewurzelung entsprechend zu verstärken.“

Angesichts der sehr geringen Tiefe der Töpfe ist in beiden Versuchsreihen eine Hemmung des Wachstums der Pfahlwurzel sehr früh eingetreten, und es zeigte sich auch, dass dafür die Bildung von Nebenwurzeln in der oberen Region sehr angeregt worden war.

Da von Hellriegel[1]) die Wechselbeziehung zwischen Gewicht der oberirdischen Stengelteile und dem Gewicht der Wurzel nur an Pflanzen, die ihre Entwickelung noch nicht abgeschlossen hatten, vorgenommen worden ist, hielt ich es für meine Aufgabe, diese Korrelation an reifen Pflanzen einer Untersuchung zu unterziehen. Dabei kam es vor allem darauf an, das Verhältnis der beiden genannten Gewichte zueinander im Vergleich der verschiedenen Sorten zu ermitteln.

Um möglichst das gesamte Wurzelwerk zu gewinnen, wurden die Töpfe horizontal auf eine Bank gelegt und die Wurzeln mittelst eines scharfen Wasserstrahles von der sie umgebenden Erde befreit. Der Schlamm floss durch ein untergehaltenes Sieb, so dass die etwa abgerissenen Wurzelteile aufgefangen wurden. Es erfolgte dann sofort ein nochmaliges sorgfältiges Abspülen und Trennen der zu den einzelnen Individuen gehörenden Wurzeln voneinander. Die Pflanzen blieben dann längere Zeit zum gehörigen Trocknen liegen; darauf wurden die Wurzeln dicht unterhalb des Ansatzes des unteren Niederblattes abgeschnitten

[1]) Hellriegel, Untersuchungen über den Einfluss des Bodenvolumens auf die Entwickelung der Wurzeln verschiedener Kulturgewächse (Biedermanns Zentralblatt f. Agrikulturchemie 1883, S. 756 ff.).

und gewogen. Die oberirdischen Stengelteile wurden aus dem schon angeführten Grunde[1]) von den Blättern befreit; ebenso war es notwendig, wegen des ungleichmässigen Hülsenansatzes auch die Hülsen vor dem Wiegen zu entfernen.

Die bei dem Ausschlämmen auf dem Sieb zurückgebliebenen Wurzelreste wurden ebenfalls nach dem Trocknen gewogen; diese Gewichte waren aber so wenig voneinander verschieden und so gering, dass sie bei der Verrechnung unberücksichtigt bleiben konnten.

Der Knöllchenbesatz war bei beiden Versuchsreihen ein guter; etwaige Verschiedenheiten darin haben auf das Gesamtgewicht der getrockneten Wurzel wenig Einfluss, da die Knöllchen, aus einem saftreichen, schwammigen Gewebe bestehend, bei längerem Liegen ausserordentlich stark zusammenschrumpfen.

Beim Wiegen der oberirdischen Stengelteile wurden natürlich die etwa vorhandenen Verzweigungen nicht entfernt.

Die Resultate sind:

Tabelle 28.

	I. Reihe:			II. Reihe:		
	Gewicht der oberirdischen Stengelteile im Durchschnitt g	Gewicht der Wurzeln g	Also %	Gewicht der oberirdischen Stengelteile im Durchschnitt g	Gewicht der Wurzeln g	Also %
I. Deutsche Marschbohne . .	4.87	2.78	57.1	4.64	1.68	36.2
II. Holländische Marschbohne .	3.68	2.02	54.9	4.12	1.75	42.3
III. Kleine Feldbohne	3.81	1.80	47.2	4.63	1.30	28.1
IV. Halberstädter Feldbohne . .	4.56	2.28	50.0	4.78	1.94	40.4
V. Eckendorfer Feldbohne . .	3.90	1.89	48.4	4.48	1.75	39.1
VI. Kirsches Feldbohne . . .	4.24	2.19	51.7	4.35	1.32	30.3

Auffallend ist, dass die Zahlen für das Gewicht der oberirdischen Stengelteile in der 2. Reihe denen der 1. Reihe durchweg überlegen sind mit Ausnahme der deutschen Marschbohne; dagegen ist das Wurzelgewicht umgekehrt bei der 1. Reihe erheblich höher. Der Grund hierfür liegt wahrscheinlich darin, dass die Pflanzen der 2. Reihe angesichts der späten Saat bezw.

[1]) cfr. S. 339.

der von vornherein grösseren Boden- und Luftwärme sehr schnell emporschossen und das Wurzelwachstum nicht so schnell folgen konnte.

Die holländische Marschbohne zeigt in beiden Reihen entsprechend ihrer geringeren Stengellänge das niedrigste Stengelgewicht. In bezug auf Wurzelprozente steht sie bei der 2. Reihe an erster, bei der 1. Reihe an zweiter Stelle.

Die kleine Feldbohne hat in beiden Reihen die absolut und relativ geringsten Wurzelgewichte. Bei den übrigen Sorten ist Besonderes nicht zu bemerken.

X. Resultate der Anbauversuche im Zuchtgarten 1906.

Neben den im Versuchsfeld Zwätzen 1906 wiederholten Feldversuchen wurde ein Zuchtgarten eingerichtet, in dem die sechs Sorten nebeneinander standen. Nach gehöriger Vorbereitung des Bodens wurden je 200 Körner, die dem Sortentypus entsprechend ausgewählt waren, einzeln in Abständen von 20 cm im Quadrat gleichmässig tief eingelegt.

Die folgende Tabelle gibt über die verschiedenen Daten betr. Saat, Blüte und Ernte Aufschluss:

	Saat	Beginn der Blüte	Volle Blüte	Ernte
Deutsche Marschbohne . .	4. April	30. Mai	10. Juni	25. August
Holländische Marschbohne.	4. „	28. „	2. „	25. „
Kleine Feldbohne. . . .	4. „	6. Juni	17. „	25. „
Halberstädter Feldbohne .	4. „	30. Mai	10. „	25. „
Eckendorfer Feldbohne. .	4. „	30. „	12. „	25. „
Kirsches Feldbohne . . .	4. „	30. „	12. „	25. „

Auch hier treten dieselben Verschiedenheiten bezüglich der holländischen Marschbohne und der kleinen Feldbohne zutage, wie wiederholt angegeben,[1]) während die übrigen Sorten ein annähernd gleiches Verhalten zeigen.

Da die Verschiedenheiten bei der Reife keine erheblichen waren, ist die Ernte an einem Tage vorgenommen worden.

Die Entwickelung der Pflanzen war bei dem sehr günstigen Wetter eine ganz aussergewöhnlich üppige; eine Beschädigung durch Insekten geschah nicht, wohl aber wurden einige Pflanzen durch Hagelschlag zerknickt.

---

[1]) cfr. S. 338 und 389.

Die Verzweigung der Pflanzen war natürlich bei dem isolierten Stand der Individuen eine sehr ausgedehnte; in welcher Weise sich darin Unterschiede bei den einzelnen Sorten zeigen, versuchte ich an diesem Material vor allem zu ermitteln.

Ta-

	Gesamtzahl der Pflanzen	I. Unverzweigte Pflanzen:			
		Zahl	Gewicht ohne Hülsen g	Gewicht der Körner g	Gewicht der Hülsen g
I. Deutsche Marschbohne	100 (*168*)	74	1979	1258	342
II. Holländische Marschbohne	100 (*174*)	67	1252	1088	335
III. Kleine Feldbohne	100 (*185*)	79	1759	1234	434
IV. Halberstädter Feldbohne	100 (*172*)	75	1778	1136	283
V. Eckendorfer Feldbohne	100 (*179*)	72	1645	1103	301
VI. KIRSCHES Feldbohne	100 (*179*)	74	1715	1211	324

Die infolge Hagelschlages zerknickten Pflanzen blieben natürlich unberücksichtigt. Die Gesamtzahl der Pflanzen — in der Tabelle in Klammern angegeben — ist = 100 gesetzt.

Die meisten Verzweigungen weist die holländische Marschbohne, die geringsten die kleine Feldbohne auf.

Ta-

	Es		
	100 Pflanzen ohne Verzweigungen:		
	Stroh g	Körner g	Hülsen g
I. Deutsche Marschbohne	2655	1688	449
II. Holländische Marschbohne	1854	1611	496
III. Kleine Feldbohne	2227	1562	549
IV. Halberstädter Feldbohne	2351	1505	375
V. Eckendorfer Feldbohne	2267	1521	415
VI. KIRSCHES Feldbohne	2317	1636	438

Aus dem der Tabelle angefügten Vergleich geht hervor, dass die Pflanzen mit Verzweigungen gegenüber denen ohne Verzweigungen ein zum Teil sehr erhebliches Plus nicht nur an Stroh, sondern auch an Körnern liefern, während das Gesamtgewicht der leeren Hülsen mit nur einer geringfügigen Ausnahme bei den verzweigten Pflanzen sogar ein niedrigeres ist.

Nachdem die Pflanzen völlig trocken waren, trennte ich innerhalb der Sorten sogleich die Pflanzen mit Verzweigungen von denen ohne solche. Sodann wurden die aus folgender Tabelle ersichtlichen Wägungen und Zählungen vorgenommen.

belle 24.

	Gesamtzahl der Pflanzen	II. Verzweigte Pflanzen:			
		Zahl	Gewicht ohne Hülsen g	Gewicht der Körner g	Gewicht der Hülsen g
I. Deutsche Marschbohne . .	100 (*168*)	26	845	505	111
II. Holländische Marschbohne .	100 (*174*)	33	884	565	144
III. Kleine Feldbohne	100 (*185*)	21	603	442	82
IV. Halberstädter Feldbohne . .	100 (*172*)	25	706	402	76
V. Eckendorfer Feldbohne . .	100 (*179*)	28	685	404	125
VI. Kirsches Feldbohne . . .	100 (*179*)	26	730	460	104

Um einen genaueren Ausdruck für die Produktivität der beiden Pflanzengruppen im Verhältnis zueinander zu erhalten, seien folgende Zusammenstellungen angeführt, die sich auf je 100 verzweigte und ebensoviel unverzweigte Pflanzen beziehen.

belle 25.

hätten ergeben:					
100 Pflanzen mit Verzweigungen:			Also die letzteren gegenüber den ersteren:		
Stroh g	Körner g	Hülsen g	Stroh g	Körner g	Hülsen g
3312	1979	436	+ 657	+ 291	— 13
2716	1736	441	+ 862	+ 125	— 55
2872	2103	391	+ 645	+ 541	— 158
2882	1641	310	+ 531	+ 136	— 65
2488	1649	453	+ 221	+ 128	+ 38
2808	1769	398	+ 491	+ 133	— 40

Dabei ist auffällig, dass die kleine Feldbohne mit der geringsten Anzahl Pflanzen mit Verzweigungen das weitaus höchste Korn- und das weitaus niedrigste Hülsengewicht zeigt. Umgekehrt liefert die holländische Marschbohne bei höchster Zahl verzweigter Pflanzen das geringste Plus an Körnern, dagegen die grösste Strohmenge.

Ob tatsächlich eine Beziehung derart besteht, dass mit Vermehrung der Verzweigungen über ein bestimmtes Maſs ein allmähliches Fallen des Korn- und weiteres Steigen des Strohertrages Hand in Hand geht, liesse sich nur innerhalb der einzelnen Sorten feststellen. Es sollen denn auch weitere Versuche mit dem gewonnenen Kornmaterial angestellt werden.

Die vorstehenden Ermittelungen gestatten eine direkte Verwendung jedenfalls nicht, da die Verzweigungen infolge der Isolierung der Pflanzen unter viel günstigeren Bedingungen sich ausbilden konnten, als dies in einem grossen Feldbestande der Fall sein wird.

Eine Zucht auf Verzweigungen hat zur Erzielung von Sorten für Gründüngungszwecke zweifellos viel für sich, für die Heranzucht von Sorten zwecks Körnergewinnung steht ihr trotz der obigen günstigen Resultate das grosse Bedenken entgegen, dass die Verzweigungen die Reife des Hauptstengels verzögern und selbst spät oder gar nicht zur Reife gelangen, und das wird namentlich bei engem Stand sicher der Fall sein.

XI. Schluss.

Um eine klare Übersicht über die von mir bei 5 Sorten von Vicia faba *L.* festgestellten Korrelationen zu bieten, habe ich die Resultate in folgender Tabelle (Tabelle E) zusammengestellt.

(Siehe die Tabelle E auf S. 400 und 401.)

Die übrigen Ergebnisse der vorliegenden Arbeit lassen sich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

1. Gegenüber anderen Methoden zwecks Feststellung von Korrelationen hat die Aufstellung von Korrelationsschemen den Vorteil der Einfachheit, Übersichtlichkeit und der sicheren Verwendbarkeit der gewonnenen Zahlen beim Vergleich der Eigenschaften einer Sorte untereinander sowohl, als auch der Eigenschaften mehrerer Sorten.
2. Der Wasserverbrauch der Pferdebohnen ist während ihres Wachstums im allgemeinen ein ausserordentlich hoher. In der 1. Hälfte der Vegetationszeit stellte die holländische Marschbohne die grössten, Kirsches Bohne die geringsten Ansprüche an den Wasservorrat des Bodens. Dagegen verbrauchte von Beginn der Blüte bis zur Reife die deutsche

Marschbohne die grösste, die holländische Marschbohne die geringste Wassermenge. Der Gesamtwasserverbrauch war bei KIRSCHES Bohne am niedrigsten, bei der deutschen Marschbohne am höchsten.

3. Der Beginn der Blüte erfolgte bei den Marschbohnen in beiden Versuchsjahren einige Tage früher als bei den Feldbohnen.

   Das Aufblühen erfolgte ausnahmslos bei allen Sorten am Hauptstengel von unten nach oben. Der relative Ansatz der Blüten war besonders bei den Topfversuchen als ein sehr geringer anzusehen.

   Die Untersuchungen über die Befruchtungsverhältnisse der Pferdebohne haben wegen starker Störung kein brauchbares Resultat ergeben.

4. Die geringste Vegetationsdauer zeigte bei normaler Saatzeit die holländische Marschbohne, während die übrigen Sorten untereinander keine nennenswerten Unterschiede bezüglich der Vegetationsdauer aufwiesen. Eine Verkürzung der Vegetationszeit wäre für Sorten, die der Körnerproduktion in erster Linie dienen sollen, sehr erwünscht, um ein schnelles und gleichmässiges Ausreifen der Körner zu gewährleisten.

5. Die Zahl der Pflanzen mit Verzweigungen war auch bei den Versuchen im Zuchtgarten, in dem die Entfernung der Pflanzen 25 cm im Quadrat betrug, eine relativ geringe. Die grösste Zahl verzweigter Individuen wurde bei der holländischen Marschbohne, die geringste bei der kleinen Feldbohne beobachtet. Da die Verzweigungen den Abschluss der Vegetation verzögern, werden zur Körnergewinnung Sorten mit geringer Verzweigungstendenz zu bevorzugen sein.

Ta-

Die Kor-

	vollkommen	sehr deutlich
zwischen	und	und
I. Gewicht der Pflanze ohne Blätter	Gewicht der Körner	Zahl der Körner Gewicht der Hülsen
II. Länge des Stengels		
III. Dicke des Stengels		
IV. Zahl der Hülsen		
V. Gewicht der Hülsen		Gewicht der Pflanze Gewicht der Körner *
VI. Zahl der Körner		Gewicht der Pflanze Gewicht der Körner [1]
VII. Gewicht der Körner	Gewicht der Pflanze	Gewicht der Hülsen * Zahl der Körner [1]
VIII. Einzelgewicht der Körner		

[1] = mit einer Ausnahme. — * = mit mehr als einer Ausnahme.

Eine deutliche Korrelation konnte ferner zwischen Einzelblattgewicht

belle E.

relation ist:

deutlich	schwach angedeutet	sehr schwach angedeutet	nicht vorhanden
und	und	und	und
Länge des Stengels [1] Dicke des Stengels Zahl der Hülsen	Einzelkorngewicht *		
Gewicht der Pflanze [1] Dicke des Stengels [1] Zahl der Hülsen [1] Gewicht der Hülsen Zahl der Körner Gewicht der Körner	Einzelkorngewicht *		
Gewicht der Pflanze Länge des Stengels [1] Zahl der Hülsen Gewicht der Hülsen [1] Zahl der Körner Gewicht der Körner [1]	Einzelkorngewicht		
Gewicht der Pflanze Länge des Stengels [1] Dicke des Stengels Gewicht der Hülsen Zahl der Körner * Gewicht der Körner			Einzelkorngewicht. *
Länge des Stengels Dicke des Stengels [1] Zahl der Hülsen Zahl der Körner [1]	Einzelkorngewicht *		
Länge des Stengels Dicke des Stengels Zahl der Hülsen * Gewicht der Hülsen [1]			Einzelkorngewicht. *
Länge des Stengels Dicke des Stengels [1] Zahl der Hülsen	Einzelkorngewicht *		
	Gewicht der Pflanze * Länge des Stengels * Dicke des Stengels Gewicht der Hülsen * Gewicht der Körner *		Zahl der Hülsen. * Zahl der Körner. *

[1] = mit einer Ausnahme. — * = mit mehr als einer Ausnahme.

und dem Gewicht der Gesamtblattmasse festgestellt werden (cfr. S. 387).

An-
Ta-
Gruppen-
Deutsche Marschbohne. (Geordnet

Laufende No.	Gruppe g	Zahl der Pflanzen	Gewicht der Pflanzen ohne Blätter g	Länge des Hauptsteng. absolute cm	Länge des Hauptsteng. bis zum 15. Knoten cm	Dicke des Stengels mm	Gewicht der Körner + Hülsen g	Der Körner Zahl	Der Körner Gewicht g	Der Körner Einzelgewicht g	Der Hülsen Zahl	Der Hülsen Gewicht g	Der Hülsen Einzelgewicht g	Körnigkeit der 1	Körnigkeit der 2	Körnigkeit der 3
1	<10	4	6.65	63.6	62.0	5.33	3.84	3.3	2.75	0.83	2.3	1.09	0.47	1.5	0.5	0.3
2	10—11	5	10.40	73.3	62.8	5.83	6.73	6.0	5.32	0.89	3.0	1.41	0.48	0.8	1.4	0.8
3	11—12	6	11.62	73.0	64.3	5.87	7.53	7.7	5.89	0.77	3.5	1.64	0.47	0.7	1.8	0.8
4	12—13	1	12.90	69.0	65.0	6.50	8.94	8.0	7.05	0.88	3.0	1.89	0.63	—	1.0	2.0
5	13—14	4	13.50	79.9	63.6	6.61	8.73	7.5	6.53	0.87	3.8	2.20	0.58	1.5	1.0	1.0
6	14—15	4	14.74	74.3	61.6	6.59	9.62	7.3	7.14	0.98	3.8	2.48	0.65	1.3	1.5	1.0
7	15—16	7	15.34	80.2	66.4	6.44	9.99	9.0	7.92	0.88	4.0	2.07	0.52	0.7	1.7	1.4
8	16—17	15	16.42	76.2	69.5	6.99	11.50	11.2	8.94	0.80	4.5	2.56	0.57	0.6	1.7	1.8
9	17—18	7	17.54	83.7	63.4	6.97	12.09	10.5	9.47	0.90	4.7	2.62	0.56	0.9	2.1	1.4
10	18—19	9	18.38	81.9	65.8	7.14	13.12	11.2	10.39	0.92	4.6	2.73	0.59	0.6	1.9	1.6
11	19—20	3	19.02	86.5	68.5	7.13	13.19	12.0	9.80	0.82	5.7	3.39	0.59	2.0	2.0	0.7
12	20—21	3	20.41	75.7	63.0	7.43	14.67	14.7	11.09	0.75	6.7	3.58	0.53	2.3	1.3	2.3
13	21—22	9	21.42	83.2	64.3	7.42	15.37	14.1	12.18	0.86	5.6	3.19	0.57	0.4	2.0	2.8
14	22—23	5	22.28	89.2	66.9	7.46	15.56	13.2	12.20	0.92	6.0	3.36	0.56	1.2	2.4	2.0
15	23—24	5	23.48	87.5	64.5	7.58	16.33	13.4	12.36	0.92	5.6	3.97	0.71	1.0	2.2	1.6
16	24—25	2	24.86	89.0	68.8	7.53	17.12	13.0	13.48	1.04	5.5	3.64	0.66	0.5	2.5	2.5
17	25—26	2	25.66	87.5	71.8	8.38	18.53	16.0	14.17	0.89	5.5	4.36	0.77	0.5	1.5	1.5
18	26—27	1	26.44	84.5	68.0	8.20	18.75	16.0	15.32	0.96	7.0	3.43	0.49	3.0	1.0	1.0
19	27—28	2	27.59	84.5	64.0	7.95	19.20	17.0	14.41	0.85	6.5	4.79	0.47	1.5	0.5	3.5
20	>28	6	33.22	92.8	68.0	8.53	22.90	16.0	17.14	1.07	6.8	5.76	0.85	1.0	2.8	2.7
Gesamt-(Individuen-) Mittel:			18.32	80.7	65.0	6.97	12.69	11.1	9.80	0.90	4.79	2.88	0.60	1.10	1.64	1.64

hang.

belle I.

Mittelzahlen.

nach dem Gewicht der Pflanzen ohne Blätter.)

Hülsen		Sitz der Hülsen im Blattknoten											Verhältnis von 1 u. 2:3—5körnigen Hülsen	Sitz der Hülsen im IV.—VII.: VIII.—XIV. Blattknoten
4	5	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV		
—	—	—	0.5	0.8	0.8	0.3	—	—	—	—	—	—	100: 15.0	100: 14.1
—	—	—	0.2	0.4	1.2	1.0	0.2	—	—	—	—	—	100: 36.3	100: 66.7
—	0.2	—	—	0.8	1.2	0.7	0.5	0.3	—	—	—	—	100: 40.0	100: 75.0
—	—	—	1.0	1.0	1.0	—	—	—	—	—	—	—	100: 200.0	100: —
0.3	—	0.3	0.3	1.3	0.8	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	—	—	100: 65.0	100: 55.6
—	—	—	—	0.5	0.8	0.8	0.8	0.8	0.3	—	—	—	100: 35.8	100: 207.6
0.1	—	—	0.1	0.6	1.3	1.0	0.4	0.3	0.3	—	—	—	100: 62.5	100: 100.0
0.5	—	—	0.2	1.1	1.5	1.0	0.6	0.2	—	—	—	—	100: 100.0	100: 64.3
—	—	—	0.1	0.9	1.3	1.3	0.4	0.3	0.3	—	—	0.1	100: 46.7	100: 104.3
—	—	—	0.3	1.6	1.4	0.7	0.4	0.2	—	—	—	—	100: 64.0	100: 39.4
1.0	—	—	—	1.0	1.3	1.3	1.0	0.3	0 3	—	—	—	100: 42.5	100: 126.9
0.7	—	—	—	1.3	1.7	2.3	1.0	—	—	0.3	—	—	100: 83.3	100: 120.0
0.3	—	—	0.3	1.1	1.6	1.2	0.7	0.3	0.2	0.1	—	—	100: 129.1	100: 83.3
0.4	—	—	0.4	1.4	1.4	1.2	1.2	0.4	—	—	—	—	100: 66.7	100: 87.5
0.8	—	—	0.2	1.2	1.4	1.4	0.8	—	0.2	0.2	0.2	—	100: 75.0	100: 100.0
—	—	—	0.5	1.5	1.5	1.0	0.5	0.5	—	—	—	—	100: 83.3	100: 80.0
2.0	—	—	—	1.5	1.5	1.5	1.0	—	—	—	—	—	100: 185.0	100: 100.0
2.0	—	—	—	1.0	3.0	1.0	1.0	1.0	—	—	—	—	100: 75.0	100: 75.0
1.0	—	—	0.5	1.0	0.5	1.0	1.0	1.0	1.0	0.5	—	—	100: 200.0	100: 225.0
0.3	—	—	—	1.2	1.5	1.0	1.5	1 2	0.5	—	—	—	100: 78.9	100: 155.6
0.42	0.01	0.02	0.23	1.06	1.34	1.0	0.67	0.36	0.17	0.07	0.01	0.01	100: 80.42	100: 96.5

Ta-

Topf No.	Die Wasserverdunstung betrug					
	29. Mai bis 4. Juni	5. bis 11. Juni	12. bis 18. Juni	19. bis 25. Juni	26. Juni bis 2. Juli	3. bis 9. Juli
1	1780	2090	2220	4 060	4 410	3 360
2	1650	1780	2100	3 950	4 240	3 270
3	1830	1970	2060	3 620	4 020	2 790
4	1500	1920	2150	3 310	4 040	2 800
5	1870	2230	2400	4 070	4 420	3 560
6	2000	2210	2680	4 550	4 580	3 930
7	1660	1760	2120	3 840	3 960	3 090
8	1830	2110	2200	3 930	4 160	3 200
9	1490	1820	1730	3 830	4 010	2 950
10	1490	1810	1980	3 780	3 940	2 810
11	1620	1690	1920	3 780	4 100	3 020
12	1430	1750	2000	3 660	4 140	2 940
13	1620	1640	1810	3 390	3 840	2 860
14	1570	2020	2160	4 070	4 520	3 420
15	1820	1930	1990	3 140	4 270	3 240
16	1740	2080	2080	3 960	4 210	3 160
17	1470	1850	1890	3 510	4 010	2 800
18	1410	1780	2090	3 850	4 050	3 300
19	1640	1830	1880	3 150	4 000	2 810
20	1440	1850	1900	3 550	4 200	3 070
21	1600	2060	2070	3 670	3 900	2 890
22	1510	1950	2090	3 520	3 780	3 100
23	1760	1830	2010	3 350	3 830	2 850
24	1560	1810	1840	2 940	3 420	2 620
1— 4	6760	7760	8530	14 940	16 710	12 220
5— 8	**7460**	**8310**	**9400**	**16 390**	**17 120**	**13 780**
9—12	6030	*7070*	*7630*	15 050	16 190	11 720
13—16	6750	7670	8040	14 560	16 940	12 680
17—20	*5960*	7310	7760	14 060	16 260	11 980
21—24	6430	7750	9010	*13 480*	*14 930*	*11 460*

Fettdruck = grösste Menge, *Kursivdruck* = geringste Menge.

belle II.

in Gramm in der Woche vom:

10. bis 16. Juli	17. bis 23. Juli	24. bis 30. Juli	31. Juli bis 6. Aug.	7. bis 13. Aug.	14. bis 20. Aug.	21. bis 27. (25.) Aug
3 930	3 590	3 550	3 170	1480	1680	640
3 830	3 400	3 230	3 180	1400	1880	1050
3 560	3 490	3 540	3 440	1820	2280	1140
3 430	3 450	3 680	3 760	2040	2130	1040
4 010	3 620	3 420	2 540	760	760	—
3 970	3 730	3 720	3 030	640	700	—
3 480	3 430	3 340	2 800	1180	1870	800
3 760	3 740	3 600	3 290	900	960	—
3 410	3 220	3 060	2 760	1110	1060	450
3 310	3 320	3 640	3 750	1500	1650	530
3 830	3 640	3 620	3 900	1810	2320	990
3 590	3 300	3 640	3 340	1380	1590	600
3 210	3 240	3 350	3 020	1780	2250	1260
3 930	3 590	3 700	3 730	1500	1780	680
3 920	3 700	3 460	3 250	1390	1680	550
3 640	3 380	3 600	3 340	1410	1720	1010
3 390	3 320	3 130	2 790	870	1200	480
3 780	3 440	3 510	3 220	1200	1960	510
3 340	3 640	3 320	3 280	1700	2010	810
3 350	3 080	3 150	2 330	1260	1800	760
3 130	3 230	2 720	2 740	1200	1630	830
3 430	3 250	3 350	3 600	1290	1640	680
3 590	3 310	3 030	3 070	1530	1940	820
3 240	2 990	2 890	2 650	1230	1540	570
14 750	13 930	14 000	13 550	**6740**	**7970**	**3870**
15 320	**14 520**	14 080	11 660	*3480*	*4290*	*800*
14 140	13 580	13 980	**13 750**	5800	6620	2570
14 700	13 910	**14 110**	13 340	6080	7430	3500
13 860	13 480	13 110	*11 620*	5030	6970	2560
13 390	*12 780*	*11 990*	12 060	5250	6750	2900

Fettdruck = grösste Menge, Kursivdruck = geringste Menge.

Literatur.

CLAUSEN: Resultate von Feldversuchen. Berlin 1900.

DUNCKER: Die Methode der Variationsstatistik (Archiv für Entwickelungsmechanik der Organismen 1899, S. 112 ff.).

FRUWIRTH: Die Züchtung der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen Bd. I—III.

Derselbe: Anbau der Hülsenfrüchte.

Derselbe: Untersuchungen über die gegenseitigen Beziehungen der Eigenschaften von Hülsenfruchtpflanzen (Journal f. Landw. 1900, S. 305).

Derselbe: Das Schalengewicht der Hülsenfruchtsamen und seine Beziehungen zur Art und Grösse derselben (FÜHLINGS landw. Ztg. 1889, S. 443).

Derselbe: Über Befruchtungsverhältnisse der Hülsenfrüchte, 1898.

GWALLIG: Über die Beziehungen zwischen dem absoluten Gewicht und der Zusammensetzung von Leguminosenkörnern. Dissertation. Jena 1894.

JOHANNSEN: Über Erblichkeit in Populationen und in reinen Linien. Jena 1903.

KRAUS: Untersuchungen über die Bewurzelung der Kulturpflanzen (WOLLNYS Forschungen Bd. 15, 1892, S. 234).

v. RÜMKER: Anleitung zur Getreidezüchtung. Berlin 1889.

DE VRIES: Die Svalöfer Methode zur Veredelung landw. Kulturgewächse und ihre Bedeutung für die Selektionstheorie (Archiv f. Rassen- und Gesellschaftsbiologie 1906, S. 325).

Die im übrigen zitierte Literatur ist in Fussnoten angegeben.

Über den Wert des spezifischen Gewichtes der Trockensubstanz der Milch bei Feststellung von Milchfälschungen.

Von

Dr. KURT TEICHERT,

Vorstand der milchwirtschaftlichen Untersuchungsanstalt im Allgäu zu Memmingen.

In seinem Buche: „Die gerichtliche Untersuchung der Kuhmilch sowie deren Beurteilung“ sagt Dr. FRANZ JOSEF HERZ, der staatliche Konsulent für Milchwirtschaft im Königreich Bayern, S. 97 folgendes: „Wenn wir die Beziehungen kennen, in denen die einzelnen Bestandteile in unverfälschter Milch zueinander stehen, so kann es nicht mehr schwierig sein, aus der Verschiebung dieser Verhältnisse durch Verfälschungen die Grösse derselben zu bestimmen. Zur allgemeinen Beurteilung, ob eine Wässerung oder Entrahmung stattgefunden hat, müssen jedoch Grenzwerte festgesetzt werden, welche für die betreffende Gegend und Jahreszeit durch längere Versuche an Stallprobenmilch ermittelt werden. Für die Bestimmung der Wässerung sind die normalen Schwankungen der fettfreien Trockensubstanz, für Entrahmung die höchste zulässige Zahl für das spezifische Gewicht der Trockensubstanz ein für allemal zu ermitteln.“ Und auf S. 7 gibt HERZ an: „Das spezifische Gewicht des Trockenrückstandes ändert sich je nach dem Fettgehalt und eignet sich deshalb zur Erkennung einer stattgehabten Entrahmung oder eines Zusatzes von entrahmter Milch zur Vollmilch. Das spezifische Gewicht der Trockensubstanz reiner Milch beträgt im Durchschnitt 1.334, von fettfreier Milch ziemlich genau 1.60.“ KIRCHNER schreibt in seinem Handbuch der Milchwirtschaft hierüber folgendes: „Da das spezifische Gewicht der

Trockensubstanz bedingt wird durch den Gehalt derselben an Fett mit dem spezifischen Gewichte von 0.93 und an fettfreier Trockensubstanz mit dem spezifischen Gewichte von 1.6, so muss der Wert für das spezifische Gewicht der Trockensubstanz zwischen diesen beiden Zahlen liegen und sich der ersteren um so mehr nähern, je reicher die Milch an Fett, und der zweiten um so mehr nähern, je ärmer die Milch an Fett ist.“ Nach FLEISCHMANNS Beobachtungen an der Milch der Radener Kuhherde im Laufe von 5 Jahren schwankte der Wert für das spezifische Gewicht der Trockensubstanz innerhalb der Grenzen von 1.294 und 1.381, und glaubt der genannte Autor, dass in den meisten Fällen die Zahl 1.40 von nicht entrahmter Milch nicht überschritten wird, wenn solches jedoch der Fall, der Milch ein Teil ihres Fettgehaltes entzogen sei.

Auch in den Vereinbarungen zur einheitlichen Untersuchung und Beurteilung von Nahrungs- und Genussmitteln, festgestellt nach den Beschlüssen der auf Anregung des Kaiserlichen Gesundheitsamtes einberufenen Kommission deutscher Nahrungsmittelchemiker, wurde die Ansicht geltend gemacht, dass bei unentrahmter oder durch Magermilchzusatz nicht verfälschter Milch der Gehalt der Trockensubstanz an Fett nicht unter 20 % sinke, und dass das spezifische Gewicht der Trockensubstanz sich nicht über 1.40 erhebe. Daher ist auch vielfach die Ansicht verbreitet, dass nur dann eine Verfälschung durch Entrahmung oder durch Zusatz von entrahmter Milch vorliegt, wenn das spezifische Gewicht der Trockensubstanz sich über 1.40 erhebt.

Diese Ansicht ist jedoch nicht immer stichhaltig, wie die von mir angestellten Ermittelungen über die Schwankungen bezw. über das Auftreten der genannten Grösse ergeben. Um nun über die beregte Frage ein gewisses Zahlenmaterial zu gewinnen, wurden Vollmilchproben einer genauen Analyse unterworfen, und zwar wurden die Werte für das spezifische Gewicht (s) und den Fettgehalt (f) der Milch direkt, die Werte für die fettfreie Trockensubstanz (r), die Trockensubstanz (t), den prozentischen Fettgehalt der Trockensubstanz (p) und das spezifische Gewicht der Trockensubstanz (m) rechnerisch nach den FLEISCHMANNschen Formeln ermittelt. Die zu Untersuchungszwecken verwandte Vollmilch wurde von einer Genossenschaftsmolkerei geliefert und stellte dieselbe in den meisten Fällen eine Mischmilch der gesamten Lieferanten dar. Die Milch war ermolken von

Holländer, Oldenburger und Simmentaler Kühen. Nur in einzelnen Fällen konnten nicht Proben der gesamten Mischmilch geliefert werden, sondern nur Milch einzelner Lieferungen. Diese Milchproben geben sich zum Teil durch einen niedrigeren, zum Teil durch einen etwas höheren Fettgehalt als die Mischmilch sämtlicher Lieferanten kund (Versuchsreihe 2, 4, 8, 12, 13, 16, 17, 24, 29, 33, 42).

Zum Zwecke des Versuchs wurden diesen Vollmilchproben verschiedene Mengen Magermilch, deren spezifisches Gewicht ermittelt worden war, in bestimmten Prozentsätzen hinzugefügt. Die Zusätze betrugen 10, 15, 20, 25 und 30 % Magermilch.

Aus der beigefügten Tabelle I sind die Resultate dieser Versuchsanstellungen deutlich ersichtlich. Aus denselben geht hervor, dass das spezifische Gewicht der Trockensubstanz (m) regelmässig mit einem höheren Prozentzusatz von Magermilch stieg. Andererseits aber konnten bis zu 30 % Magermilch der Vollmilch zugesetzt werden, ehe sich das spezifische Gewicht der Trockensubstanz über 1.40 erhob (Versuchsreihe 1, 3, 5, 6, 7, 11, 14, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25).

Tabelle I.

Nummer der Versuche:	Konstanten der Milch	Magermilch	Vollmilch	Vollmilch mit 10 % Magermilch	Vollmilch mit 15 % Magermilch	Vollmilch mit 20 % Magermilch	Vollmilch mit 25 % Magermilch	Vollmilch mit 30 % Magermilch
Versuchsreihe I	s	1.0335	1.0322	1.0333	1.0333	1.0333	1.0334	1.0334
	f		3.70	3.58	3.30	3.18	2.98	2.85
	r		9.30	9.30	9.25	9.21	9.21	9.18
	t		13.00	12.88	12.55	12.39	12.19	12.03
	p		28.46	27.95	26.29	25.66	24.44	23.69
	m		1.328	1.332	1.346	1.351	1.361	1.367
Versuchsreihe II	s	1.0355	1.0321	1.0324	1.0329	1.0330	1.0333	1.0334
	f		2.60	2.50	2.42	2.22	2.10	2.02
	r		8.81	8.86	8.97	8.95	9.01	9.01
	t		11.41	11.36	11.39	11.17	11.11	11.03
	p		22.78	22.00	21.24	19.87	18.90	18.31
	m		1.375	1.382	1.389	1.400	1.408	1.414
Versuchsreihe III	s	1.0346	1.0280	1.0286	1.0289	1.0294	1.0300	1.0304
	f		3.79	3.28	3.05	2.90	2.70	2.58
	r		8.02	8.07	8.10	8.19	8.30	8.38
	t		11.81	11.35	11.15	11.09	11.00	10.96
	p		32.09	28.89	27.35	26.14	24.54	23.54
	m		1.300	1.325	1.337	1.347	1.360	1.369

Noch Tabelle I.

Nummer der Versuche:	Konstanten der Milch	Magermilch	Vollmilch	Vollmilch mit 10 % Magermilch	Vollmilch mit 15 % Magermilch	Vollmilch mit 20 % Magermilch	Vollmilch mit 25 % Magermilch	Vollmilch mit 30 % Magermilch
Versuchsreihe IV	s	1.0355	1.0305	1.0307	1.0309	1.0313	1.0316	1.0321
	f		2.66	2.40	2.30	2.15	2.06	1.85
	r		8.42	8.42	8.45	8.52	8.57	8.66
	t		11.08	10.82	10.75	10.67	10.63	10.51
	p		24.00	22.18	21.39	20.15	19.37	17.60
	m		1.365	1.380	1.387	1.397	1.404	1.420
Versuchsreihe V	s	1.0353	1.0315	1.0319	1.0321	1.0324	1.0327	1.0330
	f		3.30	2.95	2.80	2.62	2.48	2.35
	r		8.80	8.83	8.85	8.88	8.94	8.98
	t		12.10	11.78	11.65	11.50	11.42	11.33
	p		27.27	25.04	24.03	22.78	21.71	20.74
	m		1.338	1.356	1.366	1.375	1.384	1.393
Versuchsreihe VI	s	1.0335	1.0315	1.0317	1.0320	1.0324	1.0327	1.0328
	f		3.70	3.30	3.10	3.00	2.82	2.60
	r		8.88	8.85	8.88	8.96	9.00	8.98
	t		12.58	12.15	11.98	11.96	11.82	11.58
	p		29.41	27.16	25.87	25.08	23.85	22.45
	m		1.321	1.338	1.349	1.355	1.365	1.377
Versuchsreihe VII	s	1.0344	1.0299	1.0306	1.0308	1.0310	1.0312	1.0314
	f		3.65	3.30	3.10	2.95	2.70	2.50
	r		8.47	8.57	8.58	8.60	8.60	8.61
	t		12.12	11.87	11.68	11.55	11.30	11.11
	p		30.11	27.80	26.54	25.54	23.90	22.50
	m		1.315	1.333	1.344	1.352	1.365	1.377
Versuchsreihe VIII	s	1.0347	1.0310	1.0315	1.0317	1.0319	1.0321	1.0324
	f		2.70	2.60	2.45	2.30	2.18	2.00
	r		8.55	8.68	8.68	8.70	8.72	8.74
	t		11.25	11.28	11.13	11.00	10.90	10.74
	p		24.00	23.05	22.01	20.90	20.00	18.52
	m		1.365	1.373	1.382	1.391	1.399	1.413
Versuchsreihe IX	s	1.0340	1.0314	1.0318	1.0322	1.0323	1.0325	1.0327
	f		3.00	2.60	2.48	2.35	2.20	2.10
	r		8.71	8.73	8.79	8.81	8.83	8.86
	t		11.71	11.33	11.27	11.16	11.03	10.96
	p		25.62	22.77	22.00	21.05	19.94	19.16
	m		1.351	1.376	1.382	1.390	1.400	1.407
Versuchsreihe X	s	1.0353	1.0320	1.0323	1.0324	1.0327	1.0329	1.0334
	f		3.10	2.75	2.65	2.40	2.25	2.10
	r		8.88	8.89	8.89	8.92	8.94	9.03
	t		11.98	11.64	11.54	11.32	11.19	11.13
	p		25.87	23.62	22.96	21.20	20.10	18.86
	m		1.349	1.368	1.373	1.389	1.398	1.409

Noch Tabelle I.

Nummer der Versuche:	Konstanten der Milch	Magermilch	Vollmilch	Vollmilch mit 10 % Magermilch	Vollmilch mit 15 % Magermilch	Vollmilch mit 20 % Magermilch	Vollmilch mit 25 % Magermilch	Vollmilch mit 30 % Magermilch
Versuchsreihe XI	s	1.0344	1.0302	1.0305	1.0309	1.0311	1.0315	1.0318
	f		3.31	3.05	2.86	2.70	2.50	2.34
	r		8.47	8.50	8.56	8.58	8.64	8.68
	t		11.78	11.55	11.42	11.28	11.14	11.02
	p		28.09	26.40	25.04	23.93	22.44	21.23
	m		1.331	1.345	1.356	1.365	1.378	1.389
Versuchsreihe XII	s	1.0350	1.0294	1.0305	1.0307	1.0309	1.0312	1.0314
	f		2.60	2.35	2.15	2.05	1.80	1.72
	r		8.38	8.36	8.37	8.40	8.42	8.45
	t		10.98	10.71	10.52	10.45	10.22	10.17
	p		23.68	21.94	20.43	19.61	17.61	16.91
	m		1.357	1.382	1.395	1.402	1.420	1.427
Versuchsreihe XIII	s	1.0333	1.0317	1.0318	1.0321	1.0323	1.0325	1.0326
	f		2.40	2.20	2.10	2.00	1.90	1.70
	r		8.67	8.65	8.71	8.74	8.77	8.75
	t		11.07	10.85	10.81	10.74	10.67	10.45
	p		21.68	20.27	19.42	18.62	17.80	16.26
	m		1.384	1.396	1.404	1.411	1.418	1.432
Versuchsreihe XIV	s	1.0340	1.0314	1.0315	1.0316	1.0319	1.0321	1.0324
	f		3.25	3.00	2.80	2.65	2.50	2.38
	r		8.76	8.74	8.72	8.77	8.79	8.84
	t		12.01	11.74	11.52	11.42	11.29	11.22
	p		27.06	25.55	24.30	23.20	22.14	21.21
	m		1.339	1.351	1.362	1.371	1.381	1.389
Versuchsreihe XV	s	1.0324	1.0313	1.0315	1.0316	1.0318	1.0319	1.0321
	f		2.80	2.55	2.40	2.20	2.10	2.00
	r		8.65	8.65	8.64	8.65	8.66	8.69
	t		11.45	11.20	11.04	10.85	10.76	10.69
	p		24.45	22.76	21.73	20.27	19.51	18.71
	m		1.360	1.375	1.384	1.396	1.403	1.410
Versuchsreihe XVI	s	1.0347	1.0315	1.0319	1.0320	1.0321	1.0322	1.0323
	f		2.50	2.30	2.15	2.00	1.90	1.80
	r		8.64	8.70	8.69	8.69	8.69	8.70
	t		11.14	11.00	10.84	10.69	10.59	10.50
	p		22.44	20.90	19.83	18.70	17.94	17.14
	m		1.378	1.391	1.400	1.410	1.417	1.424
Versuchsreihe XVII	s	1.0353	1.0323	1.0328	1.0331	1.0332	1.0334	1.0335
	f		2.65	2.35	2.25	1.96	1.85	1.78
	r		8.88	8.93	8.99	8.95	8.98	8.99
	t		11.53	11.28	11.24	10.91	10.83	10.77
	p		22.98	20.83	20.01	17.96	17.08	16.52
	m		1.373	1.392	1.399	1.417	1.425	1.430

Noch Tabelle I.

Nummer der Versuche:	Konstanten der Milch	Magermilch	Vollmilch	Vollmilch mit 10 % Magermilch	Vollmilch mit 15 % Magermilch	Vollmilch mit 20 % Magermilch	Vollmilch mit 25 % Magermilch	Vollmilch mit 30 % Magermilch
Versuchsreihe XVIII	s	1.0339	1.0311	1.0313	1.0314	1.0315	1.0316	1.0317
	f		3.40	3.11	2.94	2.73	2.51	2.36
	r		8.72	8.71	8.70	8.69	8.66	8.66
	t		12.12	11.82	11.64	11.42	11.17	11.02
	p		28.05	26.31	25.25	23.90	22.47	21.41
	m		1.331	1.346	1.354	1.365	1.377	1.387
Versuchsreihe XIX	s	1.0355	1.0325	1.0329	1.0332	1.0333	1.0336	1.0338
	f		3.30	3.00	2.80	2.65	2.45	2.35
	r		9.05	9.09	9.12	9.12	9.15	9.18
	t		12.35	12.09	11.92	11.77	11.60	11.53
	p		26.72	24.81	23.49	22.51	21.12	20.38
	m		1.342	1.358	1.369	1.377	1.389	1.395
Versuchsreihe XX	s	1.0363	1.0327	1.0330	1.0333	1.0334	1.0337	1.0339
	f		3.20	2.95	2.75	2.60	2.48	2.32
	r		9.08	9.10	9.14	9.13	9.19	9.20
	t		12.28	12.05	11.89	11.73	11.67	11.52
	p		26.05	24.48	23.12	22.16	21.25	20.13
	m		1.347	1.360	1.372	1.381	1.388	1.398
Versuchsreihe XXI	s	1.0349	1.0320	1.0322	1.0323	1.0325	1.0327	1.0328
	f		3.18	2.85	2.70	2.57	2.40	2.20
	r		8.90	8.88	8.88	8.91	8.92	8.90
	t		12 08	11.73	11.58	11.49	11.32	11.10
	p		26.32	24.79	23.31	22.45	21.20	19.82
	m		1.346	1.362	1.371	1.377	1.389	1.400
Versuchsreihe XXII	s	1.0345	1.0305	1.0311	1.0312	1.0313	1.0315	1.0318
	f		3.15	2.84	2.68	2.52	2.37	2.21
	r		8.52	8.61	8.59	8.59	8.61	8.65
	t		11.67	11.45	11.27	11.11	10.98	10.86
	p		26.98	24.80	23.78	22.68	21.58	20.35
	m		1.340	1.358	1.366	1.376	1.385	1.395
Versuchsreihe XXIII	s	1.0348	1.0308	1.0312	1.0314	1.0316	1.0318	1.0319
	f		3.45	3.05	2.90	2.75	2.55	2.40
	r		8.65	8.67	8.69	8.71	8.72	8.72
	t		12.10	11.72	11.59	11.46	11.27	11.12
	p		28.51	26.02	25.02	23.12	22.62	21.58
	m		1.328	1.348	1.356	1.372	1.376	1.385
Versuchsreihe XXIV	s	1.0355	1.0330	1.0333	1.0334	1.0335	1.0337	1.0338
	f		3.75	3.40	3.20	3.00	2.85	2.70
	r		9.26	9.27	9.25	9.24	9.26	9.25
	t		13.01	12.67	12.45	12.24	12.11	11.95
	p		28.82	26.82	25.70	24.50	23.53	22.59
	m		1.326	1.342	1.351	1.360	1.369	1.376

Noch Tabelle I.

Nummer der Versuche:	Konstanten der Milch	Magermilch	Vollmilch	Vollmilch mit 10 % Magermilch	Vollmilch mit 15 % Magermilch	Vollmilch mit 20 % Magermilch	Vollmilch mit 25 % Magermilch	Vollmilch mit 30 % Magermilch
Versuchsreihe XXV	s	1.0354	1.0320	1.0324	1.0328	1.0334	1.0336	1.0338
	f		3.45	3.20	2.95	2.75	2.60	2.45
	r		8.95	9.00	9.05	9.16	9.18	9.20
	t		12.40	12.20	12.00	11.91	11.78	11.65
	p		27.82	26.22	24.58	23.08	22.07	21.03
	m		1.333	1.346	1.360	1.372	1.381	1.390

Es geschah dieses also in 56 % aller Versuchsanstellungen. Hauptsächlich hing das erzielte Resultat von dem ursprünglichen Fettgehalte der Vollmilch ab. War der Fettgehalt sehr niedrig, so wurde die Zahl 1.40 eher erreicht, als im umgekehrten Falle. Bei einem Fettgehalte von 3.79 % der Vollmilch (Versuchsreihe 3) und einem Zusatz von 30 % Magermilch zu derselben betrug das spezifische Gewicht der Trockensubstanz nur 1.369. Es hätte hier also noch ein weit höherer Zusatz von Magermilch zur Vollmilch erfolgen können. Der Zusatz von Magermilch zur Vollmilch ist jedenfalls dort, wo die Magermilch in Molkereien zurückgegeben wird, die bequemste Fälschungsart.

Schwieriger als der Zusatz von Magermilch zur Vollmilch gestaltet sich die Verfälschung mittelst Entrahmung, da letztere ein längeres Stehen der Milch, sowie die Manipulation der Entrahmung erfordert, wobei leicht ein Zuviel unterlaufen kann. Um nun zu entscheiden, wie hoch der Rahm- bezw. Fettentzug der Vollmilch sich gestalten muss, wenn das spezifische Gewicht der Trockensubstanz 1.40 erreichen oder übersteigen soll, stellte ich nach dieser Richtung hinzielende Versuche an. Diese Versuche wurden so ausgeführt, dass der in graduierten Zylindern aufgestellten Vollmilch (je ein Liter) 5—30 % Rahm entzogen wurden. Das Aufrahmen der Milch erfolgte durchschnittlich bei einer Temperatur von 12—15° C. und das Abrahmen geschah nach 6—24stündigem Stehen. Bei diesen Versuchen zeigte sich, dass ausser dem Fettgehalt der Vollmilch besonders auch die Dauer der Aufrahmung eine Rolle spielt.

Tabelle II.

Nummer der Versuche:	Entrahmt nach Stunden	Konstanten der Milch	Vollmilch	10 % entrahmt	15 % entrahmt	20 % entrahmt	25 % entrahmt	30 % entrahmt
Versuchsreihe XXVI	24	s	1.0330	1.0350	1.0352	1.0354	1.0355	1.0355
		f	4.20	2.10	1.72	1.48	1.40	1.35
		r	9.35	9.43	9.40	9.45	9.42	9.41
		t	13.55	11.53	11.12	10.93	10.82	10.76
		p	31.00	18.21	15.46	13.54	12.94	12.54
		m	1.308	1.415	1.440	1.458	1.464	1.468
Versuchsreihe XXVII	6	s	1.0330	1.0336	1.0338	1.0340	1.0340	1.0341
		f	3.55	2.85	2.65	2.65	2.58	2.52
		r	9.22	9.23	9.24	9.29	9.27	9.29
		t	12.77	12.08	11.89	11.94	11.85	11.81
		p	27.79	23 59	22.28	22.19	21.77	21.33
		m	1.333	1.368	1.379	1.380	1.383	1.388
Versuchsreihe XXVIII	18	s	1.0332	1.0345	1.0346	1.0346	1.0347	1.0347
		f	3.20	2.00	1.70	1.70	1.65	1.60
		r	9.20	9.29	9.25	9.25	9.27	9.26
		t	12.40	11.29	10.95	10.95	10.92	10.86
		p	25.80	17.71	15.52	15.52	15.11	14.73
		m	1.350	1.419	1.439	1.439	1.443	1.447
Versuchsreihe XXIX	18	s	1.0320	1.0342	1.0344	1.0346	1.0347	1.0347
		f	4.20	2.00	1.65	1.60	1.40	1.40
		r	9.10	9.21	9.19	9.23	9.22	9.22
		t	13.30	11.21	10.84	10.83	10.62	10.62
		p	31.57	17.84	15.22	14.78	13.18	13.18
		m	1.304	1.418	1.442	1.447	1.461	1.461
Versuchsreihe XXX	12	s	1.0330	1.0336	1 0338	1.0340	1.0340	1.0341
		f	3.55	2.85	2.65	2.65	2.58	2.52
		r	9.23	9.24	9.25	9.30	9.28	9.29
		t	12.78	12.09	11.90	11.95	11.86	11.81
		p	27.77	23.57	22.27	22.18	21.75	21.34
		m	1.333	1.368	1.379	1.380	1.383	1.388
Versuchsreihe XXXI	18	s	1.0321	1.0340	1.0340	1.0342	1.0344	1.0344
		f	3.30	1.40	1.20	1.15	1.10	1 05
		r	8.95	9.04	9.00	9.04	9.09	9.08
		t	12.25	10.44	10.20	10.19	10.19	10.13
		p	26.94	13.41	11 76	11.28	10.78	10.36
		m	1.341	1.459	1.476	1.481	1.485	1.489
Versuchsreihe XXXII	18	s	1.0323	1.0349	1.0350	1.0350	1.0351	1.0351
		f	3.13	1.25	1.15	1.00	0.95	0.85
		r	8.96	9.25	9.25	9.21	9.24	9.22
		t	12.09	10.50	10.40	10.21	10.19	10.07
		p	25.88	11.90	11.05	9.79	9.32	8.42
		m	1.349	1.474	1.483	1.495	1.490	1.510

Noch Tabelle II.

Nummer der Versuche:	Entrahmt nach Stunden	Konstanten der Milch	Vollmilch	10 % entrahmt	15 % entrahmt	20 % entrahmt	25 % entrahmt	30 % entrahmt
Versuchsreihe XXXIII	12	s	1.0324	1.0338	1.0340	1.0340	1.0341	1.0341
		f	2.70	1.50	1.45	1.35	1.30	1.25
		r	8.90	9.01	9.06	9.03	9.05	9.04
		t	11.60	10.51	10.51	10.38	10.35	10.29
		p	23.28	14.27	13.79	13.00	12.56	12.14
		m	1.379	1.451	1.456	1.463	1.457	1.472
Versuchsreihe XXXIV	18	s	1.0322	1.0346	1.0348	1.0348	1.0349	1.0350
		f	2.90	1.00	0.85	0.85	0.80	0.75
		r	8.89	9.11	9.13	9.13	9.15	9.16
		t	11.79	10.11	9.98	9.98	9.95	9.91
		p	24.59	9.89	8.59	8.59	8.04	7.56
		m	1.360	1.494	1.507	1.507	1.513	1.518
Versuchsreihe XXXV	18	s	1.0319	1.0337	1.0337	1.0338	1.0339	1.0339
		f	2.98	1.12	1.00	0.95	0.85	0.78
		r	8.84	8.91	8.89	8.90	8.91	8.89
		t	11.82	10.03	9.89	9.85	9.76	9.67
		p	25.21	11.16	10.19	9.64	8.69	8.06
		m	1.355	1.482	1.491	1.498	1.506	1.512
Versuchsreihe XXXVI	18	s	1.0326	1.0347	1.0347	1.0347	1.0348	1.0348
		f	3.15	1.25	1.05	1.00	0.95	0.88
		r	9.05	9.20	9.16	9.14	9.16	9.14
		t	12.20	10.45	10.21	10.14	10.11	10.02
		p	25.82	11.95	10.28	9.86	9.49	8.78
		m	1.348	1.474	1.491	1.495	1.498	1.505
Versuchsreihe XXXVII	18	s	1.0330	1.0348	1.0350	1.0351	1.0352	1.0354
		f	3.10	1.33	1.17	1.11	1.10	1.03
		r	9.13	9.22	9.25	9.26	9.28	9.31
		t	12.26	10.55	10.42	10.37	10.38	10.34
		p	25.29	12.60	11.22	10.70	10.59	9.96
		m	1.354	1.458	1.481	1.486	1.487	1.494
Versuchsreihe XXXVIII	18	s	1.0323	1.0342	1.0343	1.0345	1.0345	1.0346
		f	3.32	1.69	1.46	1.36	1.28	1.25
		r	9.00	9.15	9.14	9.17	9.15	9.16
		t	12.32	10.84	10.60	10.53	10.43	10.41
		p	26.94	15.59	13.77	12.91	12.27	12.00
		m	1.341	1.438	1.455	1.464	1.471	1.473
Versuchsreihe XXXIX	18	s	1.0328	1.0343	1.0344	1.0346	1.0346	1.0346
		f	3.00	1.20	1.15	1.10	1.07	1.00
		r	9.06	9.08	9.09	9.13	9.13	9.11
		t	12.06	10.28	10.24	10.23	10.20	10.11
		p	24.87	11.67	11.23	10.75	10.04	9.90
		m	1.358	1.476	1.481	1.485	1.493	1.494

Tabelle III.

Nummer der Versuche:	Entrahmt nach Stunden	Konstanten der Milch	Vollmilch	5 % entrahmt	10 % entrahmt	15 % entrahmt	20 % entrahmt	25 % entrahmt
Versuchsreihe XL	12	s	1.0323	1.0332	1.0338	1.0339	1.0339	1.0339
		f	2.81	1.51	1.11	0.99	0.96	0.95
		r	8.90	8.86	8.93	8.94	8.94	8.93
		t	11.71	10.37	10.04	9.93	9.90	9.88
		p	23.99	14.56	11 05	9.86	9.69	9.60
		m	1.365	1.448	1.483	1.493	1.496	1.497
Versuchsreihe XLI	6	s	1.0332	1.0337	1.0339	1.0339	1.0339	1.0339
		f	3.40	2.83	2.54	2.51	2.50	2.47
		r	9.24	9.25	9.25	9.24	9.24	9.24
		t	14.64	12.08	11.79	11.75	11.74	11.71
		p	27.00	23.42	21.54	21.36	21.29	21.09
		m	1.340	1.370	1.386	1.388	1.389	1.390
Versuchsreihe XLII	24	s	1.0329	1.0343	1.0344	1.0344	1.0345	1.0345
		f	2.55	1.19	1.07	0.97	0.93	0.89
		r	9.00	9.08	9.08	9.06	9.08	9.07
		t	11.55	10.27	10.15	10.03	10.01	9.96
		p	22.07	11.58	10.54	9.67	9.29	8.93
		m	1.381	1.477	1.488	1.497	1.500	1.502
Versuchsreihe XLIII	6	s	1.0329	1.0347	1.0350	1.0350	1.0351	1.0351
		f	3.50	2.49	2.28	2.18	2.11	2.10
		r	9.19	9.44	9.47	9.45	9.46	9.46
		t	12.69	11.93	11.75	11.63	11.57	11.56
		p	27.58	20.87	19.40	18.74	18.23	18.16
		m	1.335	1.391	1.404	1.410	1.415	1.416
Versuchsreihe XLIV	6	s	1.0308	1.0328	1.0329	1.0330	1.0332	1.0333
		f	3.22	2.44	2.03	1.99	1.95	1.79
		r	8.60	8.95	8.90	8.91	8.95	8.95
		t	11.82	11.39	10.93	10.90	10.90	10.74
		p	27.26	21 42	18.57	18.25	17.85	16.66
		m	1.338	1.387	1.412	1.414	1.416	1.429
Versuchsreihe XLV	6	s	1.0310	1.0330	1.0331	1.0331	1.0332	1.0332
		f	3.15	2.07	2.05	2.00	1.90	1.82
		r	8.64	8.93	8.95	8.94	8.94	8.92
		t	11.79	11.00	11.00	10.94	10.84	10.74
		p	26.72	18.81	18.63	18.28	17.52	16.94
		m	1.342	1.409	1.411	1.414	1.420	1.427

Noch Tabelle III.

Nummer der Versuche:	Entrahmt nach Stunden	Konstanten der Milch	Vollmilch	5 % entrahmt	10 % entrahmt	15 % entrahmt	20 % entrahmt	25 % entrahmt
Versuchsreihe XLVI	12	s	1.0317	1.0329	1.0338	1.0341	1.0342	1.0342
		f	3.66	2.05	1.28	0.85	0.71	0.70
		r	8.92	8.90	8.97	8.96	8.95	8.95
		t	12.58	10.95	10.25	9.81	9.66	9.65
		p	29.09	18.72	11.51	8.66	7.34	7.25
		m	1.323	1.410	1.478	1.506	1.521	1.521
Versuchsreihe XLVII	6	s	1.0327	1.0330	1.0333	1.0333	1.0334	1.0335
		f	2.80	2.35	2.20	2.10	2.00	1.90
		r	9.00	8.98	9.03	9.01	9.01	9.02
		t	11.80	11.33	11.23	11.11	11.01	10.92
		p	23.73	20.74	19.59	18.91	18.16	17.39
		m	1.367	1.393	1.402	1.406	1.416	1.423
Versuchsreihe XLVIII	18	s	1.0303	1.0311	1.0314	1.0315	1.0317	1.0318
		f	2.92	1.85	1.60	1.45	1.40	1.37
		r	8.42	8.40	8.43	8.43	8.47	8.49
		t	11.34	10.25	10.03	9.88	9.87	9.86
		p	25.75	18.04	15.85	14.67	14.18	13.89
		m	1.351	1.417	1.437	1.447	1.453	1.455

So zeigten z. B. zwei Proben, welche einen Fettgehalt von 3.40 % (Versuchsreihe 41) und 3.55 % (Versuchsreihe 30) hatten, nach 6—12 stündigem Stehen und einem Rahmentzug von 25 bis 30 % noch das spezifische Gewicht der Trockensubstanz von 1.390 und 1.388. Eine andere Probe jedoch (Versuchsreihe 43), die gleichfalls einen Fettgehalt von 3.50 % aufwies und nach 6 Stunden entrahmt wurde, ergab schon bei einem Rahmentzuge von 10 % für das spezifische Gewicht der Trockensubstanz den Wert von 1.404. Es scheint also hierbei auch die Grösse der Fettkügelchen bezw. die Dichtigkeit des Rahmes eine bedeutsame Rolle zu spielen. Eine Anzahl Proben, welchen nach sechsstündigem Aufrahmen 5—10 % Rahm entzogen wurde, gaben für das spezifische Gewicht der Trockensubstanz normale Werte. Bei der grösseren Anzahl der Proben jedoch bewegte sich das spezifische Gewicht der Trockensubstanz, wenn die Proben länger als 6 Stunden aufgerahmt hatten und mehr als 5 % Rahm denselben entzogen wurde, über 1.40.

Aus den von mir angestellten Versuchen geht hervor, **dass die Bestimmung des spezifischen Gewichtes der Trockensubstanz nicht in allen Fällen eine Entrahmung anzeigt, und dass dieselbe bei Beurteilung einer Verfälschung durch Magermilchzusatz vielfach im Stiche lässt.** Derartige Verfälschungen sind verhältnismässig schwer nachzuweisen, und ist daher den Molkereien nur anzuraten, da, wo Verdacht besteht, dass derartige Zusätze vorgenommen werden, zu anderen Hilfsmitteln zu greifen. So dürfte z. B. ein Zusatz geringer Mengen Phenolphthalein zur Magermilch und Nachweis dieses unschädlichen Zusatzes durch Hervorrufung der bekannten Farbenreaktion eventuell zum erwünschten Ziele führen.

Mitteilungen der landw. Versuchsstation Möckern.

I. Maizenafutter und Homco.

Von

Dr. F. BARNSTEIN.

(Mit 5 in den Text gedruckten Abbildungen.)

In den letzten Jahren sind in Deutschland einige Maisabfälle als Futtermittel eingeführt worden, die in der landwirtschaftlichen Praxis eine weitere Verbreitung gefunden haben. Es sind das besonders Maizenafutter (Maisolin, Maissana), ein Abfallprodukt von der Fabrikation der Maisstärke und des Maiszuckers, und Homco (Hominy), welches bei der Herstellung von Maisgrütze als Nebenprodukt gewonnen wird.

Weder in der allerdings schon im Jahre 1895 erschienenen Monographie von W. Bersch über „Mais und Maisabfälle“[1]) noch an anderer Stelle sind diese Futtermittel näher besprochen worden, weshalb es dem Verf. gestattet sein möge, das Wichtigste über die Fabrikation, die Untersuchung und die Verfütterung derselben hier mitzuteilen.

Bezüglich der Beschreibung der Fabrikationsmethode von Maizenafutter ist Verfasser in der angenehmen Lage, einem Vortrag folgen zu können, welcher von Herrn Hohmeyer, Managing Director of the Corn Products Co., über die Herstellung und Verwendung der von dieser Gesellschaft eingeführten Maispräparate am 22. Mai 1906 zu Dresden vor dem Sonderausschuss der Zentral-Ein- und Verkaufsgenossenschaften gehalten worden ist. Hiernach geschieht die Verarbeitung der Maiskörner, von

[1]) Landw. Versuchs-Stationen Bd. 46, S. 85 ff.

welchen nach Versicherung des Vortragenden nur die besseren Qualitäten zur Verwendung gelangen, in folgender Weise:

Die Frucht wird durch Elevatoren auf die Speicher geführt und dort zunächst einer Reinigung unterworfen; insbesondere wird sie von Staub, Eisenteilen und Steinen befreit. Nach dieser Reinigung wird sie ca. 48 Stunden lang in warmem Wasser unter Zusatz einer geringen Menge schwefliger Säure eingequellt. Die Verwendung von schwefliger Säure hat den Zweck, die Entstehung von Fäulnis und Schimmelbildung zu verhüten. Durch das Einweichen schwillt der Embryo des Maiskornes sehr stark an und kann nun durch rotierende und mit Rechen versehene Walzen von dem Korn losgelöst und infolge seines geringen spezifischen Gewichtes von den sonstigen Bestandteilen abgeschwemmt werden. Wie dem Verfasser ausdrücklich versichert worden ist, geschieht die Abtrennung des Keimes durch Wasser und nicht, wie hier und da angegeben ist, durch Salzlösung. Die auf dem Wasser schwimmenden Keime werden darauf gesammelt, bei 80° C. getrocknet, in Tücher eingeschlagen und zwischen eisernen Platten bei hohem Druck ausgepresst; der Pressrückstand ist der Maiskeimkuchen. Im überseeischen Handel kommt derselbe jetzt meist in gemahlener Form, als Glukosemaisölkuchenmehl vor, weil der unzerkleinerte Kuchen während der warmen Jahreszeit der Schimmelbildung leichter unterliegen soll, als das Mehl. Das aus den Maiskeimen ausgepresste Öl, mit dessen Abscheidung etwa im Jahre 1888 durch Dr. A. Behr begonnen wurde, dient vornehmlich zur Seifenfabrikation und zur Darstellung von Farben; mit Schwefelsäure erhitzt, liefert es eine dem Paragummi ähnliche, dunkle, elastische, aber wenig dehnbare Masse, die zur Herstellung billigerer Gummisorten Verwendung findet. Obwohl aus 100 kg Maiskörnern nur etwa 2 kg Maisöl gewonnen werden können, produziert die Corn Products Co. doch pro Tag etwa 500 Fässer Öl mit einem Nettogewicht von durchschnittlich 170 kg, was einer täglichen Verarbeitung von etwa 42500 Doppelzentner Mais entsprechen würde.

Von den Bottichen, in welchen die Abtrennung der Maiskeime vor sich geht, werden die eingeweichten keimfreien Maisrückstände nunmehr nach der Mühle geführt und zwischen horizontal gehenden Steinen fein vermahlen. Aus den Mahlgängen läuft die Masse, reichlich mit Wasser vermischt, auf

sogenannte Schüttelstische, das sind Rahmen, die mit seidenem Beuteltuch bespannt sind und fortwährend in schüttelnder Bewegung gehalten werden. Das Gewebe der Schüttelstische lässt die feinen Stärkekörnchen durchgehen, während Schalen und sonstige gröbere Bestandteile des Kornes zurückgehalten, sodann abgeschüttelt und nach separaten Rinnen abgeführt werden. Die durchgeseihte Stärkemilch wird in 40—50 m langen, leicht geneigten Rinnen, den sogenannten Stärketischen, gesammelt, auf welchen sich nach etwa 24 Stunden die feinen Stärkekörnchen niederschlagen, während die Kleberbestandteile, welche gleichzeitig mit der Stärke durch die Maschen des Tuches gegangen waren, ihres geringeren spezifischen Gewichts halber in der Flüssigkeit suspendiert bleiben und mit dieser abgezogen werden können. In Bottichen gesammelt und durch Auspressen möglichst von Wasser befreit, werden die Kleberteile entweder für sich oder mit den von den Schüttelstischen zurückgehaltenen Bestandteilen des Maiskornes zusammen getrocknet und als Klebermehl (gluten meal) bezw. als Maizenafutter (gluten feed) in den Handel gebracht. — Die auf den Stärketischen gesammelte Rohstärke wird sodann in Bottichen wiederholt mit viel Wasser angerührt und durch Sedimentierung gereinigt. Sie wird in grosser Menge als solche (Maizena), hauptsächlich aber nach ihrer Umwandlung in Glukose, welche durch Invertierung mit Salzsäure erfolgt, in Amerika und anderwärts verbraucht.

Die vorstehenden Ausführungen über die Fabrikation von Maizenafutter und Homco erfahren eine willkommene Ergänzung durch den Artikel „Über Maisproduktion und Maisverwertung in den vereinigten Staaten" von Kaumann, landw. Sachverständigem beim Kaiserlichen Konsulat in Chicago.[1]) Derselbe berichtet in dem Abschnitt über Herstellung von Nahrungsmitteln aus Mais folgendes:

„Die ganzen Maiskörner werden durch Dämpfe erweicht. Sodann laufen sie durch Enthülsungsmaschinen, welche nicht nur die Hülsen entfernen, sondern auch die Keime lösen. Die Hülsen und Keime werden voneinander getrennt und hinterlassen ein noch ziemlich verunreinigtes, hauptsächlich aus dem hornigen Teil des Kornes bestehendes Material „hominy", das grobe Mais-

---

[1]) Beilage zu den Mitteilungen der Deutschen Landw.-Gesellschaft 1907 22. Jahrg., 1. Stück.

schrot. Griess ist das besser zerkleinerte und gereinigte „Hominy“. Zur Herstellung von feinem Griess bedarf es eines mehrfachen Mahlens des groben „Hominy“. Bei jedem Mahlen löst sich in grossen Mengen die weisse Stärke von dem hornigen Teil des Kornes ab. Das ist das als Maismehl bekannte Produkt. Die feinsten Teile des weissen Stärkestaubes werden mittels Luftstromes gesammelt und kommen als Bruchmehl (break flour) in den Handel. Aus dem Mahlprozess geht also hervor: hornige Stärke (grobes Maismehl), weisse Stärke (grobes Maismehl und Bruchmehl), Hülsen und Keime.

Zur Herstellung von Stärke, Glukose und Öl wurden im Jahre 1905/6 ca. 36500000 Bushels Mais (100 Bushel = ca. 35 hl) verwendet. Sämtliche Glukosefabriken, die meist mit Stärkefabriken verbunden sind, gehören zur Glucose Sugar Refining Co. und Corn Products Co., die ihren Hauptsitz in Chicago hat. Augenblicklich sind aber zwei grosse selbständige Fabriken in Maine und Indiana im Bau begriffen, die eine Kapazität von 10000 Bushels Mais pro Tag haben sollen. Die Corn Products Co. kauft für alle Fabriken an der Börse in Chicago den Mais für den täglichen Gebrauch auf, der in diesem Jahre auf 13000 Bushel pro Tag taxiert wird. Im Jahre 1905/6 wurden durchschnittlich für den Tag 10000 Bushels Mais verarbeitet und 50 Cents für einen Bushel bezahlt, für 1906/7 wird ein Preis von 45 Cents für den Bushel erwartet. Was die Qualität des Maises anlangt, so wird meist No. 2 gekauft, jedoch finden auch vielfach geringere Sorten Verwendung. Die Hauptprodukte der Glucose Sugar Refining Co. sind Stärke und Glukose. Während alle Glukosefabriken diesem Trust angehören, haben sich einige Stärkefabriken selbständig zu erhalten vermocht. Es sind aber kleinere Fabriken mit einer täglichen Kapazität von je 3500 Bushels Mais, die nur für den näheren Umkreis fabrizieren.“ Die weiteren Ausführungen von Kaumann über die Fabrikation von Maizenafutter decken sich mit dem Bericht des Verfassers und können daher übergangen werden. Über die Ausfuhr von Maisprodukten berichtet K. u. a. folgendes:

„Künstliche Futtermittel aus Mais werden schon seit einer Reihe von Jahren aus Amerika nach Europa und insbesondere auch nach Deutschland importiert. Es ist mit Sicherheit anzunehmen, dass der jetzt schon recht bedeutende Export dieser Artikel bei der in steigendem Maſse betriebenen Fabrikation

von Stärke, Glukose und Öl aus Mais einen noch viel grösseren Umfang annehmen wird.

Die deutsche Generalvertretung der sich mit der Fabrikation von Maisfutterartikeln befassenden Corn Products Co. und National Starch Co. teilt mir u. a. mit, dass sie neuerdings insbesondere infolge des Umstandes eine ganz erhebliche Steigerung ihres Absatzes in Deutschland erzielt habe, dass die Einfuhr von Glutenfutter (Maizena) nunmehr zollfrei erfolgen könne, nachdem die deutschen Zollbehörden sich überzeugt hätten, dass die Verwendung dieses kleberreichen Produktes für menschliche Nahrungszwecke ausgeschlossen ist, da die Kleber nicht vorteilhaft ausgeschieden werden können."

Maizenafutter ist ein gelbliches, aus Bröckchen, Schalen und feinmehligen Bestandteilen zusammengesetztes Futtermittel von angenehm brotartigem Geruch und wenig hervortretendem, etwas säuerlichem Geschmack.

Homco, das zweite der eingangs genannten Futtermittel, ist ein Abfallprodukt der Müllerei, welches sich von dem Maisschrot nur durch einen geringeren Mehlgehalt unterscheidet; immerhin enthält dasselbe noch sehr viel Stärke.

Zur mikroskopischen Untersuchung werden die vorgenannten wie alle andern Maisabfälle am besten nach dem Verfahren von Hebebrandt aufgehellt, wobei man den Chlorstrom auf das in Sodalösung suspendierte Material so lange einwirken lässt, bis die gelbe Farbe verblasst ist. Nach gründlichem Auswaschen mit Wasser, dem zur gänzlichen Beseitigung des freien Chlors zuletzt noch eine geringe Menge Natriumthiosulfat zugesetzt werden kann, ist das Material zur mikroskopischen Untersuchung genügend vorbereitet.

Die Untersuchung des Maizenafutters lässt vor allem die Elemente der Maisschale, die Kleberzellen (Fig. 1, 2 und 3), das Parenchym des Stärkekörpers, sowie auch ungelöste Stärkekörnchen erkennen; dagegen sind — wie nach dem Gang der Fabrikation auch von vornherein angenommen werden kann — die Bestandteile des Embryos nicht oder nur sehr spärlich vertreten. Homco dagegen und vor allem Maisölkuchenmehl enthalten das aus siebartig durchbohrten, unregelmässig polygonalen oder rundlichen Zellen zusammengesetzte Gewebe des Schildchens.

welches zusammen mit der Blatt- und Wurzelanlage den Embryo bildet, in grosser Menge (Fig. 4).

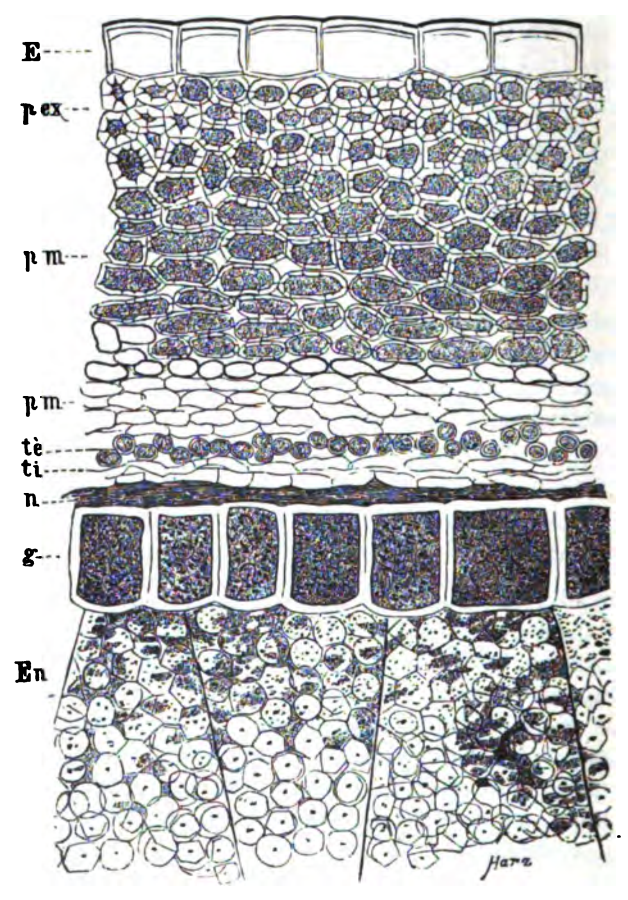


Fig. 1. Mais, Zea Mais. Querschnitt der Peripherie des Kornes. E die äusserste Schicht, Oberhaut, Epidermis; te die innerste Schicht der Fruchtschale sind die locker liegenden Schlauchzellen, zwischen diesen beiden Zellschichten liegen die Mittelschicht und das Schwammparenchym pex, pm; ti und n Samenschale, die hyaline Membran, hier braune Membran genannt; g Kleberzellen; En stärkeführender Teil des Endosperms. Ca. 160 fach vergrössert. Nach HARZ.

Bei Maizenafutter wie auch beim Maisölkuchenmehl sind die Stärkekörner gequollen, bei Homco besitzen sie noch ihre ursprüngliche Form.

Es muss anerkennend hervorgehoben werden, dass Verfasser unter den zahlreichen von ihm mikroskopisch untersuchten

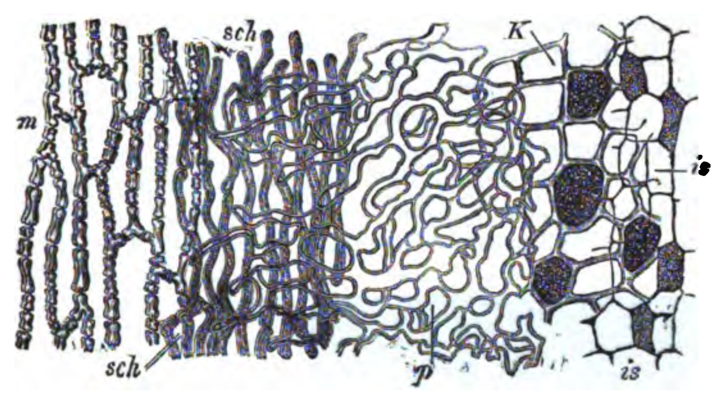


Fig. 2. Schichten der Maisschale in der Flächenansicht nach Möller. m Mittelschicht; p Schwammparenchym; sch Schlauchzellen; is Samenhaut; K Kleberzellen. Vergr. 160.

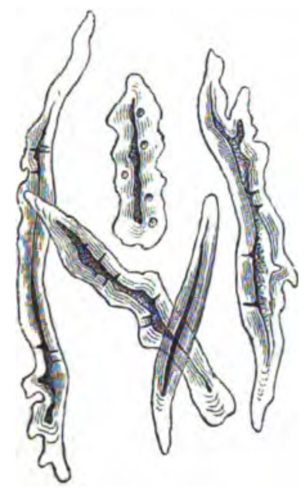


Fig 3. Isolierte Elemente der Mittelschicht der Maisschale. Nach Maurizio.

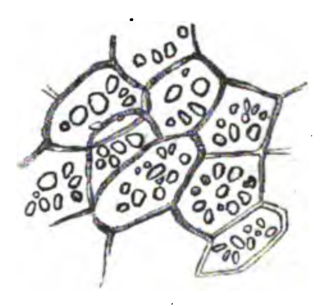


Fig 4. Siebartig durchbohrte Zellen aus dem Scutellum des Maiskornes. Vergr. ca. 200.

Maizenafutterproben bisher noch keine einzige gefunden hat, welche wegen unzulässiger Beimengungen oder wegen mangelhaften Frischezustandes zu beanstanden gewesen wäre. Auch

Maisölkuchenmehl wird meist immer in tadelfreier Qualität geliefert, während bei Homco nicht selten eine Beimengung von gemahlenen Maisstengeln,[1]) vereinzelt auch gemahlene Reishülsen vorgefunden worden sind. Auch der Frischezustand des Homcofutters ist nicht immer einwandfrei, da dem Verfasser schon häufiger Proben vorgelegen haben, die entweder durch Schimmelbildung beschädigt waren oder den unangenehm fauligen Geruch von verdorbenem Mais verbreiteten.

Maizenafutter besitzt im Mittel von 5 Gesamtanalysen, die im Jahre 1904 an hiesiger Versuchsstation zur Ausführung kamen, folgende Zusammensetzung: 8.19 % Wasser, 2.45 % Fett, 23.68 % Protein, 56.79 % stickstofffreie Extraktstoffe, 6.75 % Rohfaser, 2.14 % Asche. Genau den gleichen Gehalt an Protein und Fett ergaben weitere 47 Analysen, die sich nur auf die Feststellung dieser beiden Nährstoffe erstreckten. Die im Jahre 1905 ausgeführten Analysen (16) lieferten im Mittel 9.87 % Wasser, 2.81 % Fett und 23.58 % Protein, im Jahre 1906 wurde ein mittlerer Gehalt von 8.33 % Wasser, 3.36 % Fett und 25.54 % Protein festgestellt. Eine Analyse, die sich auch auf die Bestimmung von Reinprotein, pepsinlösliche Stickstoffverbindungen und Stärkegehalt ausdehnte, wird noch weiter unten mitgeteilt werden.



Fig 5. Stärkekörner des Mais nach MÖLLER.

Ausnutzungsversuche, die von O. KELLNER und F. HONCAMP im Jahre 1906 ausgeführt worden sind, ergaben bei Verabreichung von je 700 g gutem Heu und 250 g Maizenafutter an zwei Hammel folgende Resultate:

[1]) Es möge an dieser Stelle erwähnt werden, dass unter der Bezeichnung „Starfeed“ ein Futtermittel in den Handel kommt, welches nach einer Untersuchung des Verfassers aus annähernd gleichen Teilen Maiskörnerabfall und gemahlenen Maisspindeln besteht. Die chemische Untersuchung ergab einen Gehalt von 8.14 % Protein und 5.44 % Fett.

	Roh-nährstoffe in Tr.-S. %	Verdauliche Nährstoffe in Tr.-S. %	Verdauungs-koeffizienten
Rohprotein	26.70	22.3	83.6
Stickstofffreie Extraktstoffe . . .	59.74	49.5	82.8
Rohfett	3.72	2.8	76.5
Rohfaser	7.49	2.7	36.6
Asche (C- und CO_2-frei)	2.35	—	—
Eiweiss	24.33	19.9	82.9
Organische Substanz	97.65	77.3	79.2

Bei der Analyse des zu diesen Versuchen dienenden Maizenafutters wurde die Beobachtung gemacht, dass es beim Trocknen im Wasserstoffstrom organische Dämpfe entweichen liess; die Wasserbestimmung wurde deshalb in der Weise ausgeführt, dass die abgewogenen Proben in Exsikkatoren, die mit Phosphorpentoxyd beschickt waren, bis zur Gewichtskonstanz stehen gelassen wurden. Wie bei allen daraufhin untersuchten Mustern wurde auch bei dem von O. Kellner benutzten Maizenafutter ein geringer Gehalt an schwefliger Säure ermittelt.

Hansen[1]) hat durch eine grössere Reihe von Fütterungsversuchen an Milchkühen die besondere Wirkung von Maizenafutter auf die Milchsekretion im Vergleich mit Mais, Weizenkleie, Kokoskuchen, extrahiertem Palmkernmehl und Palmkernkuchenmehl festgestellt. Um den Einfluss der Futtermittel voll in Erscheinung treten zu lassen, wurden reichliche Mengen derselben (5—6 kg auf 1000 kg Lebendgewicht) verabreicht. Mit Bezug auf Maizena ergab sich aus diesen Versuchen folgendes:

Der Milchertrag und ebenso der Ertrag an fettfreier Milchtrockensubstanz ist bei Maizena höher wie bei allen anderen zum Vergleich herangezogenen Futtermitteln, der prozentische Fettgehalt wurde dagegen durch Maizenafutter herabgedrückt. Einen genaueren Ausdruck finden diese Versuchsergebnisse durch folgende vom Versuchsansteller berechnete Zahlen, die den täglichen Ertrag in Kilogramm darstellen.

---

[1]) Deutsche landw. Tierzucht 1905 und Landw. Jahrb. 1906; nach Biedermanns Zentralblatt 1906, S. 395 ff. und S. 538 ff.

Versuche des Jahres 1905.

Tabelle I.

	Weizenkleie	Maizena	Mais	Weizenkleie = 100: Maizena	Weizenkleie = 100: Mais
1. Reihe.					
Milchmenge	14.35	15.33	14.99	106.83	104.46
Fettmenge	0.508	0.521	0.502	102.56	98.75
Trockensubstanzmenge	1.842	1.947	1.891	105.70	102.46
Menge der fettfreien Trockensubstanz	1.334	1.426	1.403	106.90	105.17
Fettgehalt der Milch in Prozenten	3.78	3.44	3.46	91.01	91.53
2. Reihe.					
Milchmenge	16.03	17.20	—	107.31	—
Fettmenge	0.524	0.527	—	100.53	—
Trockensubstanzmenge	1.948	2.071	—	108.49	—
Menge der fettfreien Trockensubstanz	1.432	1.544	—	108.49	—
Fettgehalt der Milch in Prozenten	3.25	3.09	—	95.07	—
3. Reihe.					
Milchmenge	17.61	18.57	—	105.56	—
Fettmenge	0.644	0.648	—	101.10	—
Trockensubstanzmenge	2.216	2.310	—	104.45	—
Menge der fettfreien Trockensubstanz	1.572	1.664	—	105.97	—
Fettgehalt der Milch in Prozenten	3.64	3.54	—	97.25	—

Versuche des Jahres 1906.

Tabelle II.

	Weizenkleie Per. I/III	Kokoskuchen Per. II	Kokoskuchen, wenn Weizenkleie I/III = 100	Weizenkleie Per. III/V	Maizena Per. IV	Maizena, wenn Weizenkleie III/V = 100
1. Reihe.						
Milchmenge	17.10	17.27	100.98	—	18.33	107.22
Fettmenge	0.535	0.585	109.38	0.527	0.527	100.53
Trockensubstanzmenge	2.027	2.071	102.68	1.948	2.071	106.35
Menge der fettfreien Trockensubstanz	1.492	1.486	99.60	1.423	1.544	108.49
Fettgehalt in Prozenten	3.17	3.46	109.1	3.25	3.05	93.8

Auf Grund der von ihm gewonnenen Versuchsresultate hält Hansen Maizenafutter für ein sehr brauchbares Futtermittel für Milchkühe. Es wird von Tieren gern aufgenommen und hat auf die Milchergiebigkeit einen günstigen Einfluss. Wo es sich darum handelt, eine möglichst fettreiche Milch zu produzieren, kann Maizena nicht empfohlen werden, wohl aber dort, wo die Milchmenge in erster Linie in Frage kommt und wo man auf die Fettmenge der Milch nicht so ängstlich bedacht zu sein braucht.

Bei den Versuchen von Kellner und Hansen wurde Maizenafutter gern verzehrt und gut vertragen; die Erfahrungen, welche von praktischen Landwirten in dieser Beziehung gemacht wurden, sind aber nicht immer so günstig gewesen. Verfasser hat verschiedentlich in Erfahrung gebracht, dass Maizenafutter nur sehr ungern von den Kühen verzehrt worden ist, andererseits allerdings auch sehr günstige Urteile über das Futtermittel gehört. So schreibt der Vorsitzende eines landwirtschaftlichen Vereins auf Anfrage des Verfassers, „dass nach Aussage vieler Vereinsmitglieder das betr. Maizenafutter von Rindvieh sowohl wie von Schweinen gern gefressen wird und dass dieselben mit dem Milchertrag bei Kühen sehr zufrieden sind. Über den Masterfolg bei Schweinen lässt sich noch kein Resultat feststellen".

In den ersten Jahren der Fabrikation hatten die Corn Products Co. grosse Schwierigkeiten bei der Einführung des Maizenafutters zu überwinden. Nicht nur wurde den in der Umgebung der Fabrik wohnenden Farmern das (nicht getrocknete) Futter ohne Bezahlung geliefert, es musste sogar ein grosser Teil desselben als beinahe wertlos in den Fluss abgeschwemmt werden. Im Jahre 1888, nach einem sehr trocknen Sommer, hatte sich die Lage aber derart verändert, dass die Landwirte ganze Nächte hindurch in der Nähe der Fabrik mit ihren Gespannen Aufstellung nahmen, um sich am nächsten Morgen einen Teil des Futters zu sichern. Heute wird das Maizenafutter nach Versicherung der Corn Products Co. nicht nur von amerikanischen Landwirten, namentlich in den Staaten Pennsylvania und New York, gern gekauft, sondern auch in grossen Mengen nach Europa, besonders nach Dänemark, Schweden und Holland verfrachtet.

Versuche über die Verdaulichkeit und Bekömmlichkeit von Homco sind dem Verfasser nicht bekannt geworden. Es darf angenommen werden, dass es sich in dieser Beziehung ähnlich

wie Maisschrot verhält; des höheren Fettgehalts halber wird es aber wahrscheinlich die Qualität des Speckes und des Fleisches bei den Mastschweinen und andererseits die Konsistenz des Milchfettes bei den Kühen noch ungünstiger beeinflussen, wie das Maisschrot. Homco enthält im Durchschnitt von 12 Analysen, die an der Versuchsstation Möckern ausgeführt worden sind, 9.13 % Wasser, 8.78 % Fett, 11.29 % Protein. Eine ausführliche Untersuchung, die sich auf je 1 Muster Maisölkuchenmehl, Maizenafutter und Homco erstreckte, ergab folgende Zahlen:

	Maisölkuchenmehl %	Maizenafutter %	Homco %
Wasser	8.78	7.08	9.05
Fett	10.23	3.69	8.47
Rohprotein	25.46	27.69	10.93
Reinprotein	23.54	24.81	9.83
Amide etc.	1.92	2.88	1.10
In Pepsin-Salzsäure lösl. Reinprotein	19.57	21.87	7.92
Stickstofffreie Extraktstoffe	42.38	48.33	63.58
Stärke	24.25	33.23	49.65
Rohfaser	9.69	9.14	5.07
Asche	3.46	4.12	2.90

Zu einer vergleichenden Wertschätzung der 3 Futtermittel gelangen wir, wenn wir die Stärkewerte derselben berechnen. Mit Hilfe der Verdauungskoeffizienten, welche von O. Kellner festgestellt sind, bezw. aus den Futtermitteltabellen seines Lehrbuches über die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere abgeleitet werden können, findet man folgenden Gehalt an verdaulichen Nährstoffen:

	Maisölkuchenmehl %	Maizenafutter %	Homco %
Fett	9.7	2.8	7.5
Rohprotein	21.0	23.2	7.8
Reinprotein	19.1	20.3	6.7
Stickstofffreie Extraktstoffe	37.3	40.0	54.0[1]
Rohfaser	4.8	3.5	2.9

[1]) Mit Rücksicht darauf, dass Homco nicht soviel leicht lösliche Stärke enthält, wie Mais, ist der Verdauungskoeffizient hier niedriger — zu 85 — angesetzt worden, wie bei den stickstofffreien Extraktstoffen des Maisschrotes.

Multipliziert man nun die Zahlen für das verdauliche Fett mit 2.41, für das verdauliche Reinprotein mit 0.94, setzt je 1 Teil verdauliche stickstofffreie Extraktstoffe und Rohfaser = 1 und addiert die so erhaltenen Zahlen, so erhält man unter Berücksichtigung der Wertigkeit (Maisölkuchenmehl = 97, Maizenafutter und Homco = 90) folgende Stärkewerte:

Maisölkuchenmehl	81.0
Maizenafutter	62.5
Homco	73.2.

Nach den Berechnungen von O. KELLNER stellten sich in den Jahren 1901—1903 die Preise

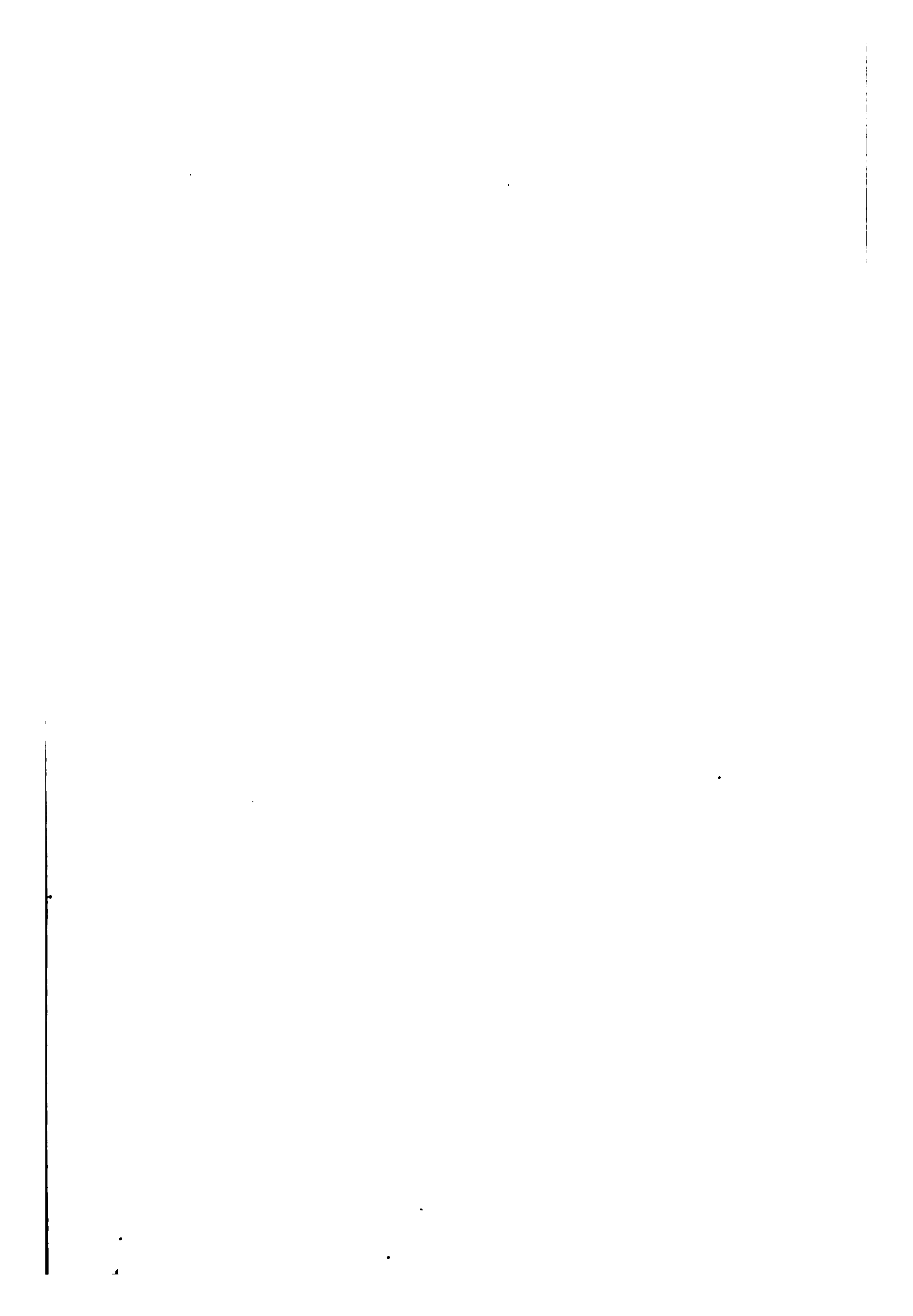
für je 1 kg verdauliches Eiweiss auf 24.98 Pf.
„ „ 1 „ Stärkewert auf . . . . 15.67 „

Unter Zugrundelegung dieser Zahlen ergeben sich für die drei Maisabfälle folgende Werte pro 100 kg:

für Maisölkuchenmehl	14 M. 60 Pf.
„ Maizenafutter	11 „ 90 „
„ Homco	12 „ 20 „

In den folgenden Jahren sind die Preise für Kraftfuttermittel mangels selbsterbauter Futterstoffe unverhältnismässig gestiegen. — Eine Berechnung, welche KELLNER Anfang Juni 1907 mit den ab Magdeburg für Lieferungen ohne Sack geltenden Preisen ausgeführt hat, ergab als Durchschnittspreis für das Kilogramm verdauliches Eiweiss 29.84 Pf. und für das Kilogramm Stärkewert 17.80 Pf. (Zuschlag für 1 kg verdauliches Eiweiss 13.11 Pf.). Mit Hilfe dieser Zahlen berechnet sich folgender Geldwert pro 100 kg:

für Maisölkuchenmehl	16 M. 90 Pf.
„ Maizenafutter	13 „ 80 „
„ Homco	13 „ 90 „



II. Die Trocknung des Rübenkrautes und die Verwertung des Trockengutes als Futtermittel.

Von

Dr. F. HONCAMP (Ref.) und Dr. T. KATAYAMA.

Von den Abfallprodukten des Zuckerrübenbaues und der Rübenzuckerindustrie kamen bislang für die Verfütterung an die landwirtschaftlichen Nutztiere nur die Diffusionsschnitzel und die Melasse in Betracht. Infolge der schlechten Zuckerkonjunktur hat sich jedoch die Zuckerindustrie und damit auch der Zuckerrüben bauende Landwirt gezwungen gesehen, zur Erzielung einer höheren Rentabilität der Betriebe seine Abfallstoffe besser auszunutzen als bisher. Verhältnismässig wenig Beachtung ist noch bis vor einigen Jahren den Blättern und Köpfen der Zuckerrüben geschenkt worden; ja man betrachtete dieselben vielfach als einen unnötigen Ballast, dessen Verwendung nur Schwierigkeiten verursachte. In der Regel verfütterte man die Blätter solange als möglich in frischem Zustand, was dann übrig blieb, wurde im günstigsten Falle eingesäuert, vielfach aber auch nur einfach untergeackert.

Im frischen Zustande stellen die Blätter und Köpfe der Zuckerrüben ein sehr wässeriges, in Hinblick auf die Zusammensetzung der Trockensubstanz jedoch proteinreiches, rohfaserarmes Futter dar, das aber seiner Natur nach sich um so weniger zur alleinigen Verfütterung eignet, als es einen sehr hohen Gehalt an leicht löslichen Mineralstoffen, die z. T. an organische Säuren gebunden sind, aufweist. Blätter und Köpfe der Rüben dürfen daher nur in beschränkter Menge und auch nur in Verbindung mit Stroh oder Dürrheu verfüttert werden. Trotzdem ist natürlich die Verabreichung der Blätter im grünen Zustand unleugbar mit grossem Vorteil verknüpft, da hier weder grosse Nährstoff-

verluste eintreten noch sonstwie anderweitige Unkosten entstehen können.

Das Einsäuern des Rübenkrautes ist in Ermangelung eines anderen geeigneten Konservierungsverfahrens eigentlich nur als ein Notbehelf zu betrachten, da mit der Ensilage grosse Nährstoffverluste verbunden sind. So haben die Untersuchungen von Maercker[1]) ergeben, dass die Verluste nach fünfmonatlichem Einsäuern an organischer Substanz 31 %, an Rohprotein und stickstofffreien Extraktstoffen 36—39 % betrugen. Natürlich hängen diese Verluste sehr viel von der mehr oder weniger grossen Sorgfalt ab, mit der das Einsäuern der Rübenblätter geschieht. Stutzer[2]) untersuchte z. B. Rübenblätter mit Köpfen a) im Herbste frisch, b) solche, welche bis zum März in gut gemauerter und zugedeckter Grube und c) solche, welche schlecht in gewöhnlichen Erdgruben ebenfalls bis zum März aufbewahrt worden waren. Er fand hierbei mittelst künstlicher Verdauung in Prozenten der Trockensubstanz an Rohprotein:

	Verdaulich	Unverdaulich
a)	15.18	6.13
b)	11.62	8.00
c)	2.93	12.00

Nach den Untersuchungen von F. Lehmann[3]) gehen sogar beim Rübenkraut durch das Einsäuern zwei Drittel des Futterwertes verloren und nur ein Drittel wird zur Fütterung gerettet. Wenn demnach ein Doppelzentner frischer Rübenblätter einen Futterwert von 1.28 M. hat, so hat die nach der Einsäuerung davon noch vorhandene Substanz nur noch den Wert von 44 Pf.

Am besten dürften die Veränderungen, welche Rübenblätter und Köpfe bei der Einsäuerung in Gruben erleiden, und welche sich, wie bereits erwähnt, nicht nur auf die stickstoffhaltigen sondern auch auf die stickstofffreien Bestandteile erstrecken, aus einem Versuch von O. Kellner[4]) hervorgehen, bei dem ein Teil des eingesäuerten Materials von den angrenzenden Blättern durch Stroh abgeteilt, eine andere Partie aber in Gläsern mit Kautschuk-

---

[1]) Fütterungslehre S. 80, Verlag von Paul Parey-Berlin.

[2]) E. Wolff, landwirtschaftliche Fütterungslehre, VII. Aufl., S. 125.

[3]) Hannoversche Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung 1902, Jahrg. 55, S. 373 ff.

[4]) Landw. Versuchs-Stationen 1880, Bd. 25, S. 447 und die Ernährung der landw. Nutztiere, IV. Aufl., 1907, S. 240.

verschluss in die Mitte der Grube eingelagert worden war. Der durch Stroh abgegrenzte Teil, 250 kg, wog beim Öffnen der Grube nur 96.27 kg und hatte sein Gewicht somit um 61.5 % vermindert, während der Inhalt der Gläser nur einige Gramm weniger wog als die eingefüllten frischen Blätter. Die weitere Untersuchung ergab, dass von 100 Teilen angewandter Trockensubstanz aus den Gläsern 18.0, aus dem frei eingelagerten Material 49.36 Teile verloren gegangen waren. Von den Einzelbestandteilen, die in 100 kg Trockensubstanz der frischen Blätter enthalten waren, wurden in dem Sauerfutter wiedergefunden:

	Frische Blätter	Eingesäuerte Blätter		Zunahme (+) oder Abnahme (—) in Prozent der Einzelbestandteile	
		aus Gläsern	aus der Grube	aus Gläsern	aus der Grube
	kg	kg	kg	%	%
Trockensubstanz	100.00	82.00	50.64	— 18.0	— 49.4
Organische Substanz	81.58	63.81	44.18	— 21.0	— 45.4
Rohprotein	26.71	19.29	10.75	— 27.8	— 63.1
Nichteiweissart. N-Verbindungen	7.42	11.51	5.63	+ 55.1	— 31.8
Reinprotein	19.29	7.78	5.12	— 59.7	— 73.5
Rohfett	2.59	2.62	2.54	+ 1.2	— 1.5
Rohfaser	13.84	9.47	9.27	— 31.6	— 33.0
N-freie Extraktstoffe	38.44	32.42	22.00	— 15.7	— 42.8
Mineralstoffe	18.42	18.19	6.06	—	— 66.5
Oxalsäure	3.51	2.53	2.40	— 27.9	— 31.6

Es steht also bei den Rübenblättern und Köpfen gerade so wie beim Einsäuern anderer wasserreicher Futtermittel; man hat hierbei nicht nur mit grossen Verlusten bezüglich der Quantität zu rechnen, sondern es findet z. T. auch eine Verschlechterung der Qualität des Futters statt, wie z. B. durch die Zersetzung des Rohproteins unter Bildung von Amiden und Amidosäuren. Kurz die Einsäuerung bringt in jeder Beziehung Verluste mit sich, denen kein einziger Gewinn in der Verdaulichkeit gegenübersteht.

Eine Verwertung der Rübenblätter durch Abwelkenlassen hat wohl nirgends in grösserem Umfange stattgefunden und dürfte daher wohl nur von ganz untergeordneter Bedeutung sein, ganz abgesehen auch davon, dass dieselben unter unseren klimatischen Verhältnissen an der Luft überhaupt nicht soweit austrocknen, um wenigstens eine einigermassen genügende Haltbarkeit zu erlangen.

Die Konservierung des Rübenkrautes wie auch anderer stark wasserhaltiger Futtermittel erscheint also als eine ausserordentlich wichtige Frage, deren allgemein befriedigende Lösung bisher freilich noch nicht vollständig geglückt ist. Die idealste Konservierung scheint jedenfalls noch die künstliche Trocknung zu sein. Nachdem es nämlich im Laufe der Zeit gelungen war, das Trocknen der Rübenschnitzel trotz des ausserordentlich hohen Wassergehaltes derselben lohnend zu gestalten, so dass diese heute ein sehr konkurrenzfähiger Artikel auf dem Futtermarkt sind, ging man auch daran, durch Trocknung der Rübenblätter eine rationellere Verwertung derselben zu erzielen.

Der Gedanke, Rübenblätter zu trocknen, ist wohl zuerst von WÜSTENHAGEN in Hecklingen ausgegangen, der dann auch die ersten Trocknungsanlagen gebaut und sich hat patentieren lassen. Zurzeit existieren verschiedene Verfahren zur Trocknung von Rübenblättern; wir werden uns aber in folgendem auf eine kurze Beschreibung der vier hauptsächlichsten beschränken.

Verfahren von WÜSTENHAGEN-Hecklingen. Die grünen, durch wiederholtes Umschaufeln auf dem Felde möglichst abgewelkten, aber nicht fauligen Blätter werden zunächst in einer Vorreinigungstrommel von dem anhaftenden Schmutz nach Möglichkeit befreit. Bei nassem, schmutzigem Wetter wird den Blättern, um auch in solchen Fällen eine Reinigung zu ermöglichen, ein durch Endgase gewärmter, trockener Luftstrom entgegengeblasen. Ferner sind die Reinigungstrommeln mit Magneten versehen, um etwaige mit dem Rübenkraut vom Feld heimgebrachte Eisenstücke, Nägel etc. zu entfernen. Die so gereinigten Blätter fallen nun in eine Art Häckselmaschine, in welcher sie mittelst einer Schnecke gegen eine rotierende sechsmesserige Scheibe gedrückt werden, um zunächst eine Zerkleinerung in grobe Stücke zu erfahren. Das vorgeschnittene Rübenkraut gelangt nun mittelst Schüttelrinne in die Nachschneidemaschine. Letztere besteht aus zwei gegeneinander arbeitenden Walzen, auf welche zahlreiche gezahnte Messerscheiben geschoben sind, die das Material in feine Stückchen zerteilen, ohne jedoch dasselbe direkt zu quetschen oder den Saft auszupressen. Im übrigen ist auch schon die Häckselmaschine so eingerichtet, dass bei enger Messerstellung sogleich fertig geschnitten und ohne Nachschneidemaschine gearbeitet werden kann.

Das so zerkleinerte Rübenkraut gelangt nun in zwei rotierende Trommeln, die mit Treppenrostfeuerung versehen sind. Ein am Ende der Trommeln befindlicher Exhaustor saugt die heissen Feuergase zusammen mit dem Material durch die Trockentrommeln hindurch. Während des Trocknens selbst wird auch das Rübenkraut noch von einem Teil des anhaftenden Schmutzes befreit, indem nämlich die Trockentrommeln in ihrem Mantel mit Siebblechen versehen sind, durch welche der Schmutz abgesiebt und in einer kleinen Transportschnecke nach vorn abgeführt wird. Das fertige Produkt gelangt zunächst in eine kleine Quertransportschnecke und von hier in eine Längstransportschnecke, wo es durch Wärme von unten, indem die Endbrüden darunter langgeführt werden und durch Kühlen von oben mittelst eines kalten, durch einen Exhaustor erzeugten Luftstromes ausgeglichen und auf das Lager geschüttet wird.

System Knauer-Bernburg. Die frischen Rübenblätter kommen zunächst auf Schüttelrinnen, die an verschiedenen Stellen als Sieb ausgebildet sind, um die Abscheidung des den frischen Blättern anhaftenden Sandes und event. Erdmassen zu ermöglichen. So vorbereitet gelangen die Rübenblätter in eine Zerreissmaschine, in der sie in zweckmässiger Weise auf die für den Trocknungsprozess passende Grösse zerkleinert werden. Von der Zerreissmaschine werden die zerkleinerten Blätter durch eine Schrägschnecke und eine dazu gehörige Verteilsschnecke zwei rotierenden Trockentrommeln zugeführt. Dabei müssen die zerrissenen Blätter einen Apparat passieren, der einesteils eine gleichmässige Zuführung gewährleistet und anderseits den Eintritt schädlicher Nebenluft in die Trommeln verhindert. Die Blätterschnitzel kommen in den Trommeln sofort mit den heissen Feuergasen in Berührung, die auf den vor den Trommeln liegenden Patentrosten erzeugt werden und die Trommeln in ihrer Längsrichtung durchstreichen. Durch eine zweckmässige Innenkonstruktion der Trommelapparate werden die Blätterschnitzel in denselben so lange zurückgehalten, bis sie so leicht und trocken sind, dass sie durch den Luftstrom, welchen die am Ende der Trommeln zum Absaugen der Gase und des Brüdens angeordneten Exhaustoren erzeugen, nach den Austrittsstellen der Trommeln befördert werden. Nach dem Verlassen der Trommeln werden die so getrockneten Blätterteilchen durch eine Schüttelrinne seitwärts transportiert und abgesackt. Die

gesamte Anlage wird durch eine einzylindrige Dampfmaschine betrieben.

Die Trocknung nach Petry und Hecking in Dortmund.[1]) Blätter und Köpfe werden in eine siebartige Umhüllung des eigentlichen Trockenzylinders geworfen und hierbei anhaftende Erdteilchen, kleine Steine usw. entfernt. Hierauf wird das Material selbsttätig durch einen Elevator auf eine über dem Apparat stehende Schneidemaschine gehoben, welche dasselbe unter Druck quetscht bezw. schneidet, so dass die feinen Blattteile, welche starker Hitze nicht widerstehen würden, zerstört werden, die harten Teile aber erhalten bleiben. Das Gemisch fällt alsdann in eine horizontal sich drehende Trommel und zwar von derselben Seite, wo die Feuergase eines Ofens eintreten. Die Temperatur vermindert sich mit der fortschreitenden Trocknung und Wasserverdampfung und beträgt zum Schluss weniger als 100 ° C., so dass das Produkt während der ganzen Dauer durchschnittlich nicht über 100 ° C. erhitzt wird. Durch die rotierende Bewegung findet eine Weiterbeförderung des Produktes zum anderen Trommelende statt, woselbst es fertig herausfällt.

System Büttner und Meyer in Uerdingen. Die frischen Blätter werden direkt vom Wagen oder vom Vorratsraum auf eine Schüttelrinne gegeben und gelangen von hier auf den Gurt einer Schneidemaschine oder eines Reisswolfes. Nach der Zerkleinerung werden sie dann durch eine schräge Schnecke in eine Verteilungsschnecke geführt, welche sie wiederum in die sogen. Einführungsschnecke abgibt, durch letztere gelangen dann die Blätter kontinuierlich in die Darren. Hierbei ist die Einführungsschnecke mit einem Schlitz versehen, der von aussen beliebig weit gestellt werden kann und durch den die Blätter auf die Horde geschoben werden. Ein etwaiger Überschuss wird durch die Rücklaufschnecke wieder der schrägen Schnecke zugeführt. Das zu trocknende Material durchwandert nun die Horden, wird unterwegs von warmer Luft durchdrungen und getrocknet und fällt nach Passieren der untersten Etage in eine Ausziehschnecke. Vermittels eines Elevators gelangt das Trockengut in den

[1]) Nach J. Hussmann: Ein Beitrag zur Frage des Wertes getrockneter Rübenblätter als Futter für Milchkühe. Inaug.-Diss. Leipzig 1904. Alle übrigen Beschreibungen sind nach direkten Angaben der Fabriken selbst.

Reinigungsapparat, um hier soweit als möglich von allen erdigen und sandigen Beimengungen und Anhaftungen befreit zu werden. Nachdem die getrockneten Blätter dann noch zur Entfernung aller etwa anhaftenden oder beigemengten Eisenteile über einen Magnetapparat gerutscht sind, werden sie durch eine Schnecke dem Lagerraum zugeführt.

Ausser dieser Universaldarre stellt die Büttnersche Fabrik noch ein zweites System her, welches dann in Frage kommt, wenn noch andere landwirtschaftliche Produkte als Rübenkraut getrocknet werden sollen, wie z. B. Getreide, Sämereien etc. Es ist dies ein Trommelsystem mit einer besonderen Inneneinrichtung, welche die grosse Menge des zu trocknenden Stoffes in viele kleine Portionen verteilt und sie während des Trockenprozesses dauernd umschaufelt und in kleinen Höhen herabrieseln lässt. Während dieses Vorganges durchströmt die Trockenluft den ganzen Trommelquerschnitt und bewirkt so eine äusserst gleichmässige und intensive Trocknung der einzelnen Teile.

Bezüglich des Sperberschen Verfahrens war eine Beschreibung der Anlage seitens der Fabrik nicht zu erlangen. Dieselbe ist jedoch für Dampftrocknung eingerichtet und der ganze Apparat fahrbar hergestellt. Der Vorteil des letzteren Umstandes ist wahrscheinlich nur ein sehr geringer, denn es ist wohl anzunehmen, dass die Anfuhrkosten für den Apparat, Kohlen und Wasser sowie die Abfuhrkosten des trockenen Materiales sich mindestens ebenso hoch stellen werden, als bei einer stationären Trocknungsanlage die Heranschaffung der grünen Blätter. Freilich möchten wir nicht unterlassen, auf einen Vorteil hinzuweisen, den das Sperbersche Verfahren vor allen übrigen voraushaben dürfte. Während nämlich bei allen oben erwähnten Verfahren die Trocknung des Rübenkrautes unter Benutzung direkter Feuergase vor sich geht, geschieht dies nach Sperber mittelst Retourdampf oder reduziertem Kesseldampf. Es könnte nun zunächst die Frage aufgeworfen werden, ob etwa der verdaulichen Substanz der mit Dampf getrockneten Rübenblätter ein höherer Nährwert zukäme als derjenigen des mit Feuergasen behandelten Materiales. Wenn auch nach den von O. Kellner[1]) in Gemeinschaft mit Volhard und Honcamp ausgeführten Versuchen über die Verdaulichkeit der nach

[1]) Deutsche landw. Presse 1903, 30. Jahrg., No. 59, S. 519.

verschiedenen Methoden getrockneten Rübenschnitzel (System Büttner-Meyer einerseits und Sperber anderseits) beide Verfahren Produkte liefern, die gleiche Verdaulichkeit besitzen, so lässt sich doch nicht von der Hand weisen, dass verschiedene Umstände mehr für die Dampftrocknung sprechen. So wird bei direkter Feuergastrocknung das Darrprodukt immer mit mehr oder weniger Flugasche verunreinigt, welche Aschenbeimengungen nach den Untersuchungen von F. Strohmer[1]) 1.13—1.60 % der Trockensubstanz betragen können. Ferner ist es die schweflige Säure, welche sich durch das Verbrennen schwefelhaltiger Kohle dem Trockengut schädigend beimischt. Auch kommt es trotz aller Vorsicht gar nicht selten vor, dass Teile des Trockengutes bei der Anwendung von Feuergasen verkohlen. Ganz besonders schwierig gestaltet sich aber das Trocknen so ungleichartigen Materials wie der Rübenblätter, die neben den fleischigen Köpfen und Blattstielen zarte Blätter enthalten. Letztere trocknen selbstverständlich viel leichter und werden daher viel eher von den Feuergasen beschädigt wie die Köpfe und Stengel.

Was nun den äusseren Befund und die chemische Untersuchung der von uns verfütterten Rübenblätter anbetrifft, so ergab sich für die einzelnen Proben folgendes:

System Wüstenhagen. Das Trockengut hatte eine tief dunkle Farbe, jedoch waren verbrannte Teile nicht wahrnehmbar. Es fühlte sich sehr feucht an und erwies sich denn auch der Wassergehalt als ein für derartige Futtermittel viel zu hoher, nämlich 18.65 %. Bei einem derartigen Feuchtigkeitsgrade liegt natürlich die Gefahr sehr nahe, dass leicht Zersetzungen und Fäulnisprozesse eintreten. Der Geruch des Trockengutes war schwach aromatisch und erinnerte etwas an Kaffeesatz. Die chemische Zusammensetzung, war auf Trockensubstanz berechnet, folgende:

Organ. Substanz %	Roh-protein %	Rein-eiweiss %	N-fr. Extraktstoffe %	Oxalsäure %	Zucker %	Fett %	Rohfaser %	Pentosane %	Asche %	davon Sand %
66.80	10.69	7.99	42.69	3.03	23.04	1.14	12.28	8.73	33.20	19.64

[1]) Wiener landw. Zeitung 1903, 53. Jahrg., No. 40, S. 352.

System Knauer. Die Blätter wiesen eine sehr helle Farbe auf, waren sehr trocken und liessen einzelne Bestandteile wie Stengel, Köpfe etc. noch deutlich erkennen, infolgedessen fanden sich auch noch grössere bis bohnengrosse Stücke von Rübenköpfen, die, wahrscheinlich infolge ungenügender Zerkleinerung, zum Teil verkohlt waren. Der Geruch war angenehm brotartig. An Nährstoffen waren in der Trockensubstanz enthalten:

Organ. Substanz %	Rohprotein %	Reineiweiss %	N-fr. Extraktstoffe %	Oxalsäure %	Zucker %	Fett %	Rohfaser %	Pentosane %	Asche %	davon Sand %
76.47	9.53	6.99	52.05	2.78	18.39	1.18	13.71	10.60	23.53	12.89

System Büttner-Meyer. Die von der Zuckerfabrik Hötensleben gelieferten Trockenblätter hatten einen angenehmen, karamelartigen Geruch und eine ziemlich helle Farbe. Sie enthielten keine mit blossem Auge warnehmbaren verbrannten Bestandteile, obwohl einzelne Teile, wie Blätter, Stengel und Köpfe, noch deutlich erkennbar waren. Die Trocknung selbst war eine durchaus gleichmässige und vollständige. Die chemische Analyse ergab folgende auf Trockensubstanz berechnete Zusammensetzung:

Organ. Substanz %	Rohprotein %	Reineiweiss %	N-fr. Extraktstoffe %	Oxalsäure %	Zucker %	Fett %	Rohfaser %	Pentosane %	Asche %	davon Sand %
65.81	11.02	8.62	43.08	3.08	14.52	1.07	10.64	8.20	34.19	21.33

System Petry-Hecking. Bei der vorliegenden Probe waren die einzelnen Bestandteile nicht mehr zu unterscheiden; sie besass vielmehr ein grusiges Aussehen und enthielt ausserordentlich zahlreiche, feine, staubförmige Teilchen. Auch lassen der schwach brenzliche Geruch, die dunkle Farbe und die verhältnismässig in grosser Menge vorhandenen bröckligen und fein pulverigen, verbrannten Bestandteile vermuten, dass die Trocknung entweder nicht mit der nötigen Sorgfalt ausgeführt worden ist

oder die Trockenanlage selbst nicht den in dieser Beziehung zu stellenden Anforderungen genügt. Nach der Analyse waren in der Trockensubstanz enthalten:

Organ. Substanz %	Roh-protein %	Rein-eiweiss %	N-fr. Extraktstoffe %	Oxalsäure %	Zucker %	Fett %	Rohfaser %	Pentosane %	Asche %	davon Sand %
77.87	12.06	9.54	51.08	4.24	17.77	1.40	13.33	9.13	22.13	8.90

Nach den vorstehenden Analysen sind also die getrockneten Rübenblätter als ein verhältnismässig proteinreiches, rohfaserarmes Futter anzusprechen, an dem nur der meist ausserordentlich hohe Asche- und Sandgehalt zu bemängeln ist. Es ist aber auch des weiteren ersichtlich, dass die getrockneten Rübenblätter und Köpfe einen sehr erheblichen Zuckergehalt besitzen, und ein Futtermittel mit 14—23 % Zucker ist selbstverständlich als ausserordentlich wertvoll anzusehen.

Bezüglich der im Rübenkraut vorkommenden Oxalsäuremenge möchten wir noch auf eins hinweisen. Man will nämlich verschiedentlich die Beobachtung gemacht haben, dass z. B. im Jahre 1905 der Gehalt der Rübenblätter an Oxalsäure ein ziemlich bedeutender war, wie dies auch überhaupt in den Jahren allgemein der Fall sein soll, in welchen die Blätter trocken gewachsen sind. Es ist dies vielleicht auch insofern erklärlich, als der Oxalsäure und Ameisensäure sowie überhaupt allen nach dem Vorbilde dieser zusammengesetzten anderen organischen Säuren bei der Turgeszenz der Zellen[1]) eine wichtige Rolle zukommt, indem sie das durch Verdunsten verloren gegangene Wasser mit grosser Kraft herbeiziehen und dadurch die Turgeszenz wieder herstellen. Je mehr Oxalsäure der Zellsaft also enthält, bezw. je konzentrierter der Zellsaft überhaupt ist, desto mehr wird ihm auch die Fähigkeit innewohnen, den durch Verdunstung bewirkten Wasserverlust durch Wasseraufnahme aus dem Boden wieder zu ersetzen. Berücksichtigt man nun hierbei, dass die Wandlungen der Stoffe in den Pflanzen mit den jeweiligen Be-

[1]) Pfeffer, Pflanzenphysiologie, Kerner, Pflanzenleben.

dürfnissen gleichen Schritt halten, dass also die Umlagerungen und Verschiebungen der Atome, die Spaltungen und der Aufbau chemischer Verbindungen immer zur rechten Zeit und am rechten Ort sich vollziehen, nämlich immer dann und dort, wo es für die Pflanze von Vorteil ist, und dass überhaupt alle diese Stoffwandlungen in ihren Zielen nur dann verständlich werden, wenn man sie nicht nur mit dem Leben der Pflanzen selbst, sondern auch mit den das Leben der Pflanzen beeinflussenden äusseren Umständen in Zusammenhang bringt, so ist es sehr wohl verständlich, dass in den Rübenblättern bei anhaltender Trockenheit besonders reichlich Oxalsäure, eben zur Erreichung des oben erwähnten Zweckes, gebildet wird.

Ein skeptischer Beurteiler kann nun vielleicht die Frage aufwerfen, warum denn gerade eine Vermehrung der Oxalsäure und nicht eine solche anderer organischer Säuren oder anorganischer Salze stattfindet, welche schliesslich ja auch eine gewisse regulatorische Rolle bei der Turgeszenz auszuüben vermögen. Aber auch dies lässt sich, wie wir meinen, in sachgemässer Weise erklären. Einmal ist nämlich die osmotische Wirkung der Oxalsäure infolge ihres geringen Molekulargewichtes verhältnismässig viel grösser als die anderer, höherer organischen Säuren, und zum anderen dürfte eine Oxalsäurebildung in solchen pflanzlichen Organismen, die im allgemeinen viele gelöste Zuckerstoffe enthalten, am schnellsten und einfachsten vor sich gehen, indem der Zucker durch Oxydation glatt in Oxalsäure überführt wird, welcher Vorgang sich etwa in folgender Weise abspielen dürfte: $C_{12}H_{22}O_{11} + 17O = 6C_2H_2O_4 + 5H_2O$; daneben werden selbstverständlich noch andere Oxydationsprodukte entstehen.

Übrigens kommt der Oxalsäuregehalt der Rübenblätter nur dann wesentlich in Betracht, wenn man das Kraut in ganz frischem Zustand verfüttert, denn nach verschiedentlich gemachten Beobachtungen und Untersuchungen gehen schon beim Lagern bei gewöhnlicher Temperatur in den Rübenblättern Zersetzungserscheinungen vor sich, durch die der Oxalsäuregehalt eine wesentliche Verminderung erfährt. So haben diesbezügliche Untersuchungen von Maercker folgendes ergeben:

Die Rübenblätter waren am 13. bezw. 29. August und am 15. September 1898 von den Rüben getrennt und an folgenden Tagen untersucht worden:

Datum:	Feuchtigkeit %	Asche %	Oxalsäure in der Trockensubstanz %
Von den Köpfen am 13. August getrennt.			
16. August	88.05	2.60	5.90
31. "	77.20	6.15	3.15
16. September	70.15	9.10	2.35
Von den Köpfen am 29. August getrennt.			
31. August	84.55	3.90	3.95
16. September	76.90	7.85	3.35
13. Oktober	69.35	11.05	1.74
Von den Köpfen am 15. September getrennt.			
16. September	81.10	5.45	3.64
13. Oktober	70.00	9.32	2.20

Tritt hiernach also eine wesentliche Verminderung der Oxalsäuremengen schon durch das Lagern bei niedriger Temperatur ein, so musste naturgemäss die Verringerung des Oxalsäuregehaltes noch stärker hervortreten, wenn die Rübenblätter beim Trocknen längere Zeit auf eine höhere, der Oxydation der Oxalsäure günstige Temperatur gebracht wurden. Es ist dies in der Tat auch der Fall, wie weitere Versuche von MAERCKER zeigen:

		Wasser %	Asche %	Oxalsäure in der Trockensubstanz %
I.	frische Köpfe und Blätter (ca. 14 Tage alt)	79.90	7.60	2.39
	dieselben getrocknet	18.20	27.00	0.60
II.	frische Köpfe und Blätter	74.75	5.55	2.20
	dieselben getrocknet	13.30	17.20	1.35

Aus all diesem geht hervor, dass die in den getrockneten Blättern und Köpfen enthaltenen Oxalsäuremengen im allgemeinen so gering sind, dass auch grössere Gaben unschädlich sein dürften, namentlich wenn man hierbei immer noch die Vorsicht beobachtet, nebenbei auch Dürrheu zu verabfolgen.

Was nun den Futterwert des Rübentrockenkrautes im allgemeinen anbetrifft, so liegen hierüber nur wenige Mitteilungen vor, die sich auch ausschliesslich auf praktische Fütterungsversuche stützen. Diese allein genügen aber ebenso wenig wie die blossen Angaben an Rohnährstoffen, um den durchschnittlichen Wert eines Futtermittels festzustellen; hierzu sind zum mindesten die Angaben über den Gehalt an verdaulichen Nährstoffen erforderlich. Direkte Ausnutzungsversuche sind aber unseres Wissens mit getrocknetem Rübenkraut überhaupt noch nicht gemacht worden.

Die ersten praktischen Fütterungsversuche dürften von F. LEHMANN[1]) gemeinsam mit CREYDT-Harste ausgeführt worden sein. Unter der Voraussetzung, dass 3 Teile getrockneten Rübenkrautes in ihrem Futterwert 2 Teilen Kleie entsprechen, verfütterte F. LEHMANN an 3 Abteilungen Hammel von 4 bezw. 3 Stück pro Kopf und Tag 400 g Kleeheu, 200 g Trockenschnitzel und 500 g Mais, daneben erhielt die eine Abteilung 400 g Weizenkleie, die andere 600 g Rübentrockenblatt. Die Lebendgewichtszunahme betrug pro Stück 8.95 kg in der Kleieabteilung und 8.83 kg in der Rübenblattabteilung. Die Zunahme war also fast in beiden Abteilungen die gleiche. Ein anderer Versuch von CREYDT[1]) wurde in folgender Weise durchgeführt: Es wurden 12 Stück gleichwertige und ziemlich gleichschwere Ochsen in 2 Abteilungen von 6 Stück aufgestellt. Beide Abteilungen erhielten gleichmässig 2 Pfd. Erdnussmehl, 2 Pfd. Getreideschrot, 2 Pfd. getrocknete Getreideschlempe, 7 Pfd. getrocknete Rübenschnitzel und 6 Pfd. Stroh in Form von Häcksel und Langstroh. Sodann erhielt die eine Abteilung 10 Pfd. getrocknete Rübenblätter, die andere 6 Pfd. Weizenschalen. Das Resultat war, dass nach einer Mastperiode von etwas über vier Monaten die Rübenkrautabteilung täglich 0.1 Pfd. mehr zugenommen hatte als die Weizenschalenabteilung. Nach den GERLACHschen[2]) Untersuchungen hat sich bei den damaligen Preisen für die übrigen Futtermittel (im Jahre 1906) der Doppelzentner getrockneter Rübenblätter mit 5.04 M. bewertet.

---

[1]) Hannoversche Land- und Forstwirtschaftliche, Zeitung 55. Jahrg., 1902, No. 22 und 26, S. 391 und 408.

[2]) IV. Bericht über die Tätigkeit auf dem Versuchsgut Pentkowo 1906, S. 37.

Über den Einfluss der Trockenblattfütterung auf die Milchsekretion liegt bisher nur eine Arbeit von J. HUSSMANN[1]) vor, welcher bis zu 9 kg auf 1000 kg Lebendgewicht an Kühe verfütterte, ohne hierbei irgend welchen ungünstigen Einfluss auf den Gesundheitszustund der Tiere oder die produzierte Milchmenge wahrnehmen zu können.

In letzter Zeit sind nun von W. SCHNEIDEWIND und D. MEYER[2]) die Ergebnisse einer grösseren Anzahl von Fütterungsversuchen veröffentlicht worden, die von den Genannten in Gemeinschaft mit mehreren praktischen Landwirten ausgeführt wurden, deren Ergebnisse aber sehr zu ungunsten des getrockneten Rübenkrautes ausgefallen sind. Hiernach ist nämlich dasselbe im Vergleich zu Trockenschnitzeln, letztere zu 4 M. angenommen, nur zu 0.96 M. pro Zentner verwertet worden, während nach diesbezüglichen Angaben sich die Herstellungskosten des Trockengutes pro Zentner auf 1.30—2.60 M. beliefen.

Die ausserordentlich ungünstigen Resultate nun, welche die unter Leitung von W. SCHNEIDEWIND und D. MEYER ausgeführten praktischen Fütterungsversuche mit getrocknetem Rübenkraut ergeben haben, veranlassten uns, bei der Wichtigkeit dieser Frage für die Landwirtschaft im allgemeinen wie für die Zuckerrübenwirtschaft im besonderen, den Nährwert des getrockneten Rübenkrautes durch direkte Ausnutzungsversuche festzustellen. Denn die praktischen Fütterungsversuche, deren Bedeutung ja keineswegs geleugnet werden soll, hängen von soviel Zufälligkeiten ab und geben, wie wir dies auch bereits anderen Ortes betont haben und wie dies auch im vorliegenden Falle die wenigen bisher mit getrockneten Rübenblättern ausgeführten praktischen Versuche von neuem beweisen, oft so widersprechende Resultate, dass eben nur exakte Untersuchungen und zwar zunächst Ausnutzungsversuche geeignet sind, wirkliche Klarheit über den Wert oder Nichtwert eines Futtermittels zu schaffen. Wir haben uns daher auch nicht damit begnügt, nur eine einzige Probe zu verfüttern und deren Nährwert festzustellen, sondern es sind vier verschiedene Sorten Rübentrockenkraut, die nach den einzelnen zurzeit am meisten in Gebrauch befindlichen und

[1]) Inaug.-Diss. Leipzig 1904.
[2]) Illustrierte landw. Zeitung 1906, 26. Jahrg., No. 91 und 92, S. 785 und 793.

von uns oben beschriebenen Verfahren getrocknet worden sind, untersucht worden. Bei der Ausführung der vorliegenden Versuche haben wir uns der liebenswürdigen Unterstützung von Geh.-Rat Kellner zu erfreuen gehabt, dem wir auch an dieser Stelle unsern verbindlichsten Dank sagen.

Als Versuchstiere dienten zwei volljährige Hammel. Dieselben waren in gewohnter Weise angeschirrt und befanden sich in den bekannten Zwangsställen, die einerseits den Futterkonsum, anderseits die Kotausscheidung genau zu bestimmen gestatten. Die vorbereitende Fütterung einer jeden Periode umfasste 5 und mehr Tage, die eigentliche 10 Tage, an denen der Kot quantitativ gesammelt wurde. Gefüttert wurde dreimal am Tage, morgens gegen $^1/_2$7, mittags um $^1/_2$11 und am Abend um 5 Uhr. Tränkwasser wurde den Tieren ad libitum vorgesetzt und jeden Tag frisch zugewogen. Vor der Früh- und Abendfütterung wurde der Kotbeutel in tarierte, gut verschliessbare Gläser entleert. Die innerhalb 24 Stunden ausgeschiedenen Kotmengen eines jeden Versuchstieres wurden am Morgen zunächst frisch gewogen, sodann gleichmässig gemengt und grob zerkleinert und hiervon dann sofort Proben zur Trockensubstanzbestimmung und zwar immer den zehnten Teil des frischen Kotes genommen. Nachdem diese Proben zunächst 4 Tage bei ca. 60—70° C. getrocknet und dann nochmals nach längerem Stehen im lufttrockenen Zustand zurückgewogen worden waren, wurden sie fein gemahlen und zur Analyse vorgerichtet. Wir schicken noch voraus, dass während der ganzen Dauer der Versuche die Hammel das vorgelegte Futter stets vollständig aufzehrten und dass auch irgend welche Verdauungsstörungen nicht beobachtet wurden.

Es wäre vielleicht nun am einfachsten gewesen, die Verdaulichkeit des getrockneten Rübenkrautes in der Weise festzustellen, dass wir den Tieren ausschliesslich Rübenblätter als Futter vorgelegt hätten. Wie wir aber bereits anfangs dargelegt haben, erscheint es im allgemeinen nicht ratsam, Rübenblätter ohne gleichzeitige Verabfolgung von Stroh oder Dürrheu den Tieren darzubieten, wenn schon auch der Oxalsäuregehalt der getrockneten Blätter ein verhältnismässig geringer ist, und beim Wiederkäuer die abführende Wirkung dieser organischen Säure dadurch abgeschwächt werden soll, dass die in den Vormagen dieser Tiere einsetzende Milchsäuregärung sich auf die Oxalsäure erstreckt und einen Teil dieser Substanz zerstört. Wir haben

daher die Rübenblätter neben Wiesenheu verabreicht und da für die Berechnung der Ausnutzung der Rübenblätter die Kenntnis der Verdaulichkeit des gleichzeitig verabreichten Wiesenheues erforderlich ist, so haben wir in jeder der beiden Versuchsreihen einen Ausnutzungsversuch nur mit Wiesenheu den eigentlichen Fütterungsversuchen mit Rübenblättern vorausgeschickt. Es wurde also zunächst die Verdaulichkeit des Wiesenheues ermittelt und von letzterem in diesem Versuchsabschnitt pro Kopf und Tag 900 g verfüttert, daran schlossen sich denn je zwei Perioden mit Rübenblättern (I. Versuchsreihe System Wüstenhagen und System Knauer, II. Versuchsreihe Büttner-Meyer und Petry-Hecking), in welcher jedes Tier täglich 400 g Wiesenheu und 500 g getrocknete Rübenblätter und Köpfe erhielt.

		Trockensubstanz %	g
I. Periode	900 g Wiesenheu I	86.84	= 781.6
II. „	400 „ Wiesenheu	85.88	= 343.5
	500 „ getr. Rübenkraut (System Wüstenhagen)	81.35	= 406.8
III. „	400 „ Wiesenheu	85.88	= 343.5
	500 „ getr. Rübenkraut (System Knauer)	90.87	= 454.4
IV. „	900 „ Wiesenheu II	86.30	= 776.7
V. „	400 „ Wiesenheu	86.30	= 345.2
	500 „ getr. Rübenkraut (System Büttner-Meyer)	86.40	= 432.0
VI. „	400 „ Wiesenheu	86.30	= 345.2
	500 „ getr. Rübenkraut (System Petry-Hecking)	89.05	= 445.3

Die chemische Untersuchung der beiden Wiesenheu — sowie der Kotproben ergab folgende auf Trockensubstanz berechnete Werte:

	Organische Substanz	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Fett (Ätherextrakt)	Rohprotein	Reineiweiss	Pentosane	Asche inkl. Sand	Sand
Wiesenheu I	93.18	28.73	51.46	3.04	9.95	9.24	19.98	6.82	—
„ II	91.15	27.86	49.31	2.77	11.21	9.86	17.72	8.85	—
Kot.									
Periode I.									
Hammel I	88.56	27.72	46.77	2.65	11.42	—	18.36	11.44	—
„ II	88.69	28.44	46.29	2.66	11.30	—	18.52	11.31	—
Periode II.									
Hammel I	63.16	18.30	30.64	2.22	12.01	—	9.38	36.84	27.14
„ II	62.49	18.45	29.57	2.15	12.32	—	10.12	37.51	27.92

	Organische Substanz	Rohfaser	Stickstofffreie Extraktstoffe	Fett (Ätherextrakt)	Rohprotein	Reineiweiss	Pentosane	Asche inkl. Sand	Sand
Periode III.									
Hammel I.	67.47	19.15	32.39	2.85	13.08	—	10.48	32 53	23.84
„ II.	68.12	18.99	32.04	2.88	14.21	—	10.87	31.88	23.38
Periode IV.									
Hammel I.	85.59	26.66	43.30	3.21	12.42	—	17.36	14.41	7.55
„ II.	84.97	27.13	41.67	3.30	12.87	—	18.38	15.03	7.31
Periode V.									
Hammel I.	57.25	14.17	28.07	1.90	13.11	—	8.12	42.75	33.09
„ II.	57.56	14.28	28.04	1.98	13.26	—	8.27	42.44	33.11
Periode VI.									
Hammel I.	71.78	18.37	34.32	2.71	16.38	—	8.56	28.22	18.07
„ II.	71.65	19.25	33.70	2.73	15.97	—	9.31	28.35	18.17

Die an den einzelnen Tagen erlangten Zahlen für die Menge und den Trockensubstanzgehalt des Kotes, sowie für Tränkwasserkonsum etc. sind in der im Anhang befindlichen Tabelle No. II zusammengestellt.

Mit Hilfe der für den Verzehr und die Kotausscheidung, sowie für die Zusammensetzung des Futters und Kotes gewonnenen Zahlen lässt sich nunmehr die Ausnutzung des Futters in der Weise berechnen, wie es in der Tabelle I (S. 458 und 459) geschehen ist.

Wir beginnen zunächst mit der Ableitung der Verdauungskoeffizienten für die beiden Wiesenheuproben, die sich direkt aus der Differenz Futter minus Kot berechnen und in Prozenten der einzelnen Bestandteile betragen:

	Wiesenheu I:			Wiesenheu II:		
	Hammel I	Hammel II	Im Mittel	Hammel I	Hammel II	Im Mittel
Trockensubstanz	57.7	56.1	**56.9**	62.5	59.2	**60.9**
Organische Substanz . .	59.8	58.2	**59.0**	64.8	62.0	**63.4**
Rohprotein	51.4	50.1	**50.7**	58.4	53.2	**55.8**
Stickstofffr. Extraktstoffe	61.5	60.5	**61.0**	67.0	65.5	**66.3**
Fett (Ätherextrakt) . . .	63.0	61.8	**62.4**	56.3	51.2	**53.8**
Rohfaser	59.2	56.5	**57.9**	64.1	60.3	**62.2**

Wie diese Ergebnisse dartun, ist die Ausnutzung der Futterstoffe in den beiden Grundfutterperioden eine ziemlich gleichmässige, und zwar enthielten nach den obigen Ausnutzungskoeffizienten die beiden zu den vorliegenden Versuchen benutzten Wiesenheuproben in der Trockensubstanz folgende Nährstoffmengen:

	Wiesenheu I:		Wiesenheu II:	
	Rohnährstoffe %	Verdaul. Nährstoffe %	Rohnährstoffe %	Verdaul. Nährstoffe %
Rohprotein	9.95	5.04	11.21	6.26
N freie Extraktstoffe	51.46	31.39	49.31	32.69
Rohfett	3.04	1.90	2.77	1.49
Rohfaser	28.73	16.63	27.86	17.33

Vergleicht man die hier für die beiden verfütterten Heuproben erlangten Werte mit den Mittelzahlen, die O. KELLNER[1]) in seinen Fütterungstabellen angibt, so haben wir beide Heusorten ihrer Zusammensetzung und ihrer Verdaulichkeit nach als gute, d. h. als solche mittlerer Güte zu bezeichnen, wenn schon auch die stickstofffreien Extraktstoffe fast gleich gut wie in vorzüglichem Wiesenheu ausgenutzt worden sind. Es ist dies eine Beobachtung, die bei den an hiesiger Station ausgeführten Ausnutzungsversuchen fast regelmässig zutage tritt und auf die auch schon früher O. KELLNER[2]) hingewiesen hat. Abgesehen davon, dass die Mittelzahlen aus Versuchen mit allen Arten von Wiederkäuern (Rind, Schaf und Ziege) berechnet sind, Unterschiede in dem Verdauungsvermögen der verschiedenen Arten wiederkäuender Tiere aber sicherlich bestehen, glaubt O. KELLNER die günstige Ausnutzung der stickstofffreien Extraktstoffe auf eine besondere Beschaffenheit des in hiesiger Gegend erzeugten Wiesenheues zurückführen zu müssen.

Bei der Berechnung der Verdaulichkeit der getrockneten Rübenblätter, welche zusammen mit Wiesenheu verfüttert wurden,

---

[1]) Die Ernährung der landwirtschaftlichen Nutztiere. IV. Aufl. Verlag von PAUL PAREY in Berlin.

[2]) Arbeiten der landw. Versuchsstation Möckern. Landw. Versuchs-Stationen 1894, Bd. 44, S. 23.

sind wir in der Weise verfahren, dass von den in den Rübenblätterperioden ermittelten Mengen verdaulicher Stoffe des Gesamtfutters die auf das Wiesenheu entfallenden Anteile in Abzug gebracht worden sind. Die Einzelbestandteile des getrockneten Rübenkrautes sind hiernach in folgenden prozentischen Mengen verdaut worden.

	Trockensubstanz	Organische Substanz	Rohprotein	N freie Extraktstoffe	Rohfett	Rohfaser
Rübenblätter. System Wüstenhagen.						
Hammel I	58.6	74.7	51.5	83.9	32.6	67.4
„ II	54.8	72.0	44.8	83.2	30.4	60 8
Im Durchschnitt:	**56.7**	**73.3**	**48.1**	**83.6**	**31.5**	**64.1**
Rübenblätter. System Knauer.						
Hammel I	62.4	75.9	42.7	85.5	3.7	68.9
„ II	65.8	78.3	39.5	88.1	11.1	74.3
Im Durchschnitt:	**64.1**	**77.1**	**41.1**	**86.8**	**7.4**	**71.6**
Rübenblätter. System Büttner-Meyer.						
Hammel I	52.8	72.2	42.4	79.7	56.5	74.6
„ II	48.5	68.1	36.3	77.0	41.3	68.3
Im Durchschnitt:	**50.7**	**70.2**	**39.4**	**78.4**	**48.9**	**71.5**
Rübenblätter. System Petry-Hecking.						
Hammel I	59.3	67.8	35.4	77.5	32.3	63.5
„ II	59.3	67.9	37.8	78.4	32.3	58 9
Im Durchschnitt:	**59.3**	**67.9**	**36.6**	**78.0**	**32.3**	**61.2**

Wie aus diesen Zahlen ersichtlich ist, weisen bei den vier verschiedenen, von uns auf ihre Verdaulichkeit hin untersuchten Rübenblättersorten die Verdauungskoeffizienten der einzelnen Nährstoffgruppen verhältnismässig keine allzu grossen Unterschiede auf. Recht gut sind im allgemeinen die stickstofffreien Extraktstoffe ausgenutzt worden, während dagegen die Verdaulichkeit des Proteins, wie ja eigentlich auch nicht anders zu erwarten war, eine ziemlich geringe ist. Es ist dies sicherlich auf die hohen Trocknungstemperaturen zurückzuführen, die wohl bei allen Systemen zu Beginn der Trocknung sehr weit über

100 ° C. liegen dürften. Wenn ferner das nach dem System Petry-Hecking-Dortmund getrocknete Rübenkraut fast durchweg die niedrigsten Zahlen geliefert hat, so ist die Schuld hieran jedenfalls einer wenig aufmerksamen Trocknung zuzuschreiben; denn wie bereits oben erwähnt, liess schon die makroskopische Untersuchung des Trockengutes zahlreiche verbrannte Blatt- und Stengelteile erkennen. Damit soll aber, und dies möchten wir ausdrücklich betont haben, keineswegs gesagt sein, dass die Petry-Heckingsche Trocknungsanlage als solche überhaupt unsachgemäss sei; ein teilweises Verbrennen des Rübenkrautes kann unseres Erachtens nach bei unaufmerksamer oder unrichtiger Bedienung einer Trocknungsanlage bei jedem der hier erwähnten Systeme vorkommen. Überhaupt sind die vorliegenden Ausnutzungsversuche, und auch hierauf möchten wir noch ganz besonders hingewiesen haben, keineswegs als vergleichende Untersuchungen zu betrachten, auf Grund deren wir die Brauchbarkeit der einzelnen Trocknungsanlagen hätten prüfen wollen, sondern unsere Aufgabe bestand bei den vorliegenden Ausnutzungsversuchen einzig und allein darin, die Verdaulichkeit des getrockneten Rübenkrautes festzustellen. Wenn wir vergleichende Untersuchungen hätten ausführen wollen, wäre es erste und unerlässliche Bedingung gewesen, eine einzige Sorte Rübenkraut nach den verschiedenen Verfahren trocknen zu lassen und nur dieses Trockengut zu verfüttern. Dies ist aber in der vorliegenden Arbeit nicht der Fall gewesen, wie ja auch schon aus der verschiedenen chemischen Zusammensetzung der einzelnen Trockengutproben hervorgeht. Es wäre deshalb auch gänzlich unstatthaft, auf Grund unserer Untersuchungen die einzelnen Systeme auf ihre Brauchbarkeit hin vergleichenderweise gegenüberstellen zu wollen.

Betrachten wir nun noch den Gehalt der vier verfütterten Rübenkrautproben, so ergeben sich auf Grund der vorgeführten Untersuchungen für die Trockensubstanz folgende Zahlen:

	System:			
	Wüstenhagen %	Knauer %	Büttner-Meyer %	Petry-Hecking %
Rohprotein	5 14	3.92	4.34	4.41
Stickstofffreie Extraktstoffe	35.69	45.18	33.77	39 84
Rohfett	0.36	0 09	0.52	0 45
Rohfaser	7 87	9.82	7.61	8.16

Im allgemeinen dürften hiernach also die getrockneten Rübenblätter und Köpfe einem Wiesenheu mittlerer Qualität gleichkommen.

Auch bei den vorhin erwähnten, unter Leitung von W. Schneidewind und D. Meyer ausgeführten praktischen Fütterungsversuchen war von einem der Versuchsansteller ausser Trocken- und Zuckerschnitzeln noch Wiesenheu zum Vergleich herangezogen. Bei diesen Versuchen hatte nun die Ration mit Wiesenheu fast dieselbe Lebendgewichtszunahme hervorgerufen wie die Ration mit Rübenkraut, obgleich letzteres in viel grösserer Menge verfüttert wurde. Es betrug nämlich die Lebendgewichtszunahme bei den Ochsen pro Tag und Stück:

Ration mit Wiesenheu	+ 1.66 Pfd.
„ „ getrocknetem Rübenkraut	+ 1.62 „

Um aber gleiche Mengen von organischer Substanz in die Ration einzuführen, war infolge des Schmutzgehaltes des getrockneten Rübenkrautes etwa $1^1/_2$ mal soviel Trockengut notwendig wie Wiesenheu. Dies berücksichtigt, hatten die getrockneten Rübenblätter nur 73 % der Wirkung des betreffenden Heues. Auf Grund unserer Untersuchungen dürfte jedoch der Nährwert des Trockengutes einem Wiesenheu, wenn auch nicht gerade von guter Qualität, so aber auch nicht einem solchen von geringer Güte entsprechen, sondern ungefähr in der Mitte von beiden stehen. Übrigens lässt sich auch gegen die Schneidewindschen Untersuchungen der Einwand erheben, dass einmal viel zu grosse Mengen von Trockengut verfüttert worden sind, und dass in jenem Jahre das getrocknete Rübenkraut infolge ungünstiger Witterung bei der Rübenernte sehr schmutzreich gewesen ist.

Damit kommen wir aber auf die schwächste Seite des getrockneten Rübenkrautes überhaupt zu sprechen; denn ein Futtermittel, das, wie unsere Untersuchungen von vier Proben lehren, von rund 22 % Asche, davon 9 % Sand, bis zu 34 % Asche mit 22 % Sand enthalten kann, ist vom diätetischen wie wirtschaftlichen Standpunkt aus keineswegs als ein normales oder gar günstiges zu bezeichnen. Man bedenke nur, welche Mengen Asche und Sand man bei der Verfütterung grösserer Quantitäten sehr schmutzreichen Trockengutes dem tierischen Organismus zuführt! Hierin sind unseres Erachtens nach alle Verfahren sehr verbesserungsbedürftig. Dabei erscheint es uns aber von Wichtig-

keit, die abgewelkten Blätter überhaupt mit möglichst wenig anhaftendem Schmutz vom Feld zu bringen, und das dürfte wohl nur dann möglich sein, wenn beim Köpfen der Rüben das Kraut gleich auf grösseren Haufen gesammelt wird und nicht, wie dies bisher wohl fast allgemein üblich ist, achtlos verstreut und auf ihm häufig noch herumgetreten wird. Haften den in dieser Weise gesammelten Blättern trotzdem noch grössere Schmutzmengen und erdige Bestandteile an, so sollte man diese ohne Rücksicht auf sonstige Stoffverluste durch Abspülen zu entfernen versuchen. Es mag ja technisch das Waschen des Rübenkrautes mit grösseren Schwierigkeiten verknüpft sein als dasjenige von Rüben und Kartoffeln aber wir meinen, dass sich auch diese Frage bei der hohen Entwicklung unserer heutigen Technik in befriedigender Weise lösen lassen müsste.

Es bleibt vielleicht kurz noch eine Frage zu erörtern, und das ist die Rentabilität des Trockenverfahrens. Wie wir bereits zu Anfang erwähnten, ist die Trocknung des Rübenkrautes insofern unleugbar mit grossen Vorteilen verknüpft, als grössere Nährstoffverluste hierbei vermieden werden und das Trockengut als solches eine längere Zeit aufbewahrungsfähige Ware darstellt. Bezüglich der Rentabiltät der von uns hier erwähnten Verfahren sind wir in der Hauptsache auf die Angaben der verschiedenen Fabriken angewiesen. Wir möchten jedoch gleich von vornherein bemerken, ganz abgesehen hier übrigens von der Trocknung des Rübenkrautes, dass sich fast überall in der Praxis herausgestellt hat, dass die von den Fabriken selbst gemachten Angaben bezüglich aller Trocknungsanlagen im allgemeinen als zu günstig anzusehen sind.

Bei Wüstenhagen, dessen Trocknungsanlage vorläufig nur zum eigenen Gebrauch konstruiert und aufgestellt worden ist, beliefen sich die Unkosten in der Kampagne 1905/06 pro Zentner Trockengut auf 0.82 M.; hierbei sind jedoch das Rohmaterial und die Anfuhrkosten nicht mit in Rechnung gestellt. Unter Annahme einer Ernte von nur 100 Zentner abgewelkten Krautes pro Morgen und eines Wertes dieser Menge von 10 M., sowie unter Berücksichtigung der praktischen Erfahrung, dass zur Herstellung von 1 Zentner Trockengut ungefähr $3^1/_2$ Zentner abgewelkten Rübenkrautes benötigt werden, und dass ferner die Anfuhrkosten sich pro Rohzentner auf 5—$7^1/_2$ Pfennig belaufen,

würden sich die Herstellungskosten für einen Zentner Trockengut auf rund 1.10 M. stellen.

Nach den Angaben der Bernburger Maschinenfabrik, System Knauer, kostet eine Trocknungsanlage, welche innerhalb 24 Stunden 750—1000 Zentner Rübenblätter und -köpfe verarbeiten kann, einschliesslich einer besonderen Antriebskraft ca. 32000 M., d. h. ohne Gebäude. Letztere werden unter Einbegriff eines besonderen Lagerraumes auf ca. 15000 M. geschätzt. Die Trocknungskosten pro Zentner Trockengut hängen von dem jeweiligen Feuchtigkeitsgehalt der Blätter und dem Preis der Kohlen ab und schwanken zwischen 1.50—2.00 M. pro Zentner einschliesslich Amortisation etc.

In bezug auf die mit dem System Petry-Hecking gemachten Erfahrungen möchten wir hier einen Praktiker selbst sprechen lassen, nämlich den Oberamtmann Creydt[1]) in Harste, der wohl mit eine der ersten Trockenanlagen gehabt hat. „Der Betrieb der Trocknungsanlage ging in der Weise vor sich, dass zwei Auflader und drei Ochsengespanne im Tage 24 Fuder von je à 30 Zentner nach der Trocknung beförderten. In der Trocknung herrschte Tag und Nacht Betrieb. Am Tage waren sechs, nachts vier Leute beschäftigt. Als Maximalleistung wurden in 24 Stunden 670 Zentner abgewelktes Blatt verarbeitet, im Durchschnitt aber nur 600 Zentner = 117 Zentner Trockengut (bei einer Ausbeute von $19^1/_2$ %). Hierbei stellten sich die Betriebsunkosten wie folgt:

54 Zentner Kohlen im Ofen à 1 M.	54.—	M.
15 „ „ für die Betriebsmaschine à 1 M. . .	15.—	„
Lokomobilenmiete inklusive Heizer	26.—	„
Öl und Licht	2.—	„
10 Arbeiter (6 Tagschicht, 4 Nachtschicht)	22.50	„
2 Auflader auf dem Lande	4.—	„
3 Ochsengespanne mit 3 Mann à 7.50 M.	22.50	„
Amortisation und Verzinsung von 25000 M. Anlagekapital, 15 % auf 65 tägige Kampagne $\frac{3750}{65}$ = 58 M., rund .	60.—	„
Summa:	206.—	M.

Aus 600 Zentner abgewelkten Blätter wurden aber durchschnittlich 117 Zentner trockene Ware erzielt, mithin entfallen

[1]) Hannoversche Land- und Forstwirtschaftliche Zeitung 1902, 55. Jahrg., No. 23, S. 408.

auf den Zentner Trockenblatt 1.76 M. Unkosten. Bei meinen im Winter 1900/01 ausgeführten Fütterungsversuchen (siehe oben die praktischen Fütterungsversuche von Fr. Lehmann und Creydt) ergab sich, dass 3 Teile Trockenblatt denselben Effekt erzielen, als 2 Teile Weizenschale. Will man den Zentner Trockenblatt hiernach bewerten, so hat derselbe einen Wert von 3.33 M. Die Tagesproduktion von 117 Zentner hat danach einen Wert von rund 390 M. (in Wirklichkeit 391.81 M.); rechnet man hiervon die Unkosten in Höhe von 206 M. ab, so bleiben als Überschuss 184 M. 600 Zentner abgewelkte Blätter haben demnach einen Wert von rund 0.30 M. pro Zentner. Es wird also pro Morgen bei einer Durchschnittsernte von 125 Zentner Blättern durch das Trocknen der Überschuss über die Unkosten 37.50 M. betragen. Setzt man von diesen 37.50 M. den Wert, welchen die Blätter durch Unterpflügen oder Verkauf ergeben hätten, mit 17.50 M. pro Morgen in Rechnung, so bleibt immer noch ein durch die Trocknung erzielter absoluter Reingewinn von 20 M. pro Morgen übrig.“

Bezüglich der Rentabilität der Büttner-Meyerschen Trocknungsanlage war es uns nicht möglich, irgendwelche Angaben zu erhalten, im allgemeinen werden sich aber auch hier die Unkosten in ähnlicher Höhe wie bei den anderen Systemen bewegen.

Man wird also wohl im allgemeinen die Trocknung des Rübenkrautes als eine lohnende und rentable betrachten dürfen, aber immerhin auch nur in grossen Rübenwirtschaften bezw. in grösseren Ortschaften, wo genossenschaftlicher Betrieb bei günstiger Anfuhr des Rohmateriales möglich ist. Nach Ansicht von Creydt dürfte sich dagegen eine Trockenanlage in Verbindung mit einer Zuckerfabrik in den meisten Fällen nicht rentieren, weil die Anfuhrkosten der vielfach grossen Entfernungen wegen zu erhebliche sein dürften. Besonders günstig aber kann sich die Rentabilität solcher Trockenanalysen gestalten, die infolge ihrer Konstruktion in der Lage sind, auch noch andere landwirtschaftliche Produkte zu trocknen. Über all diesem darf man aber niemals ausser acht lassen, dass in all jenen Wirtschaften, wo das Blatt grün verfüttert werden kann, wie z. B. in bäuerlichen Wirtschaften mit schwachem Zuckerrübenbau, dies die beste Verwertung des Rübenkrautes ist.

Nachtrag.

Das Manuskript der vorliegenden Arbeit war bereits der Redaktion dieser Zeitschrift übergeben, als W. Schneidewind und D. Meyer[1]) die Ergebnisse „weiterer Fütterungsversuche über die Wirkung von getrocknetem Rübenkraut im Vergleich zu Trockenschnitzeln, gesäuertem Rübenkraut und Wiesenheu" veröffentlichten. Hiernach soll das getrocknete Rübenkraut sogar noch schlechter verwertet worden sein, als bei dem ersten Versuch. Dies trifft aber unserer Ansicht nach für das Trockengut gegenüber dem Wiesenheu nicht zu. Denn bei den ersten Untersuchungen war das getrocknete Rübenkraut im Vergleich zu dem verfütterten Wiesenheu, welch letzteres unter Zugrundelegung der Kellnerschen Tabellen seiner chemischen Zusammensetzung nach nur als ein solches von weniger guter Qualität anzusprechen ist, nur zu 73 % ausgenutzt worden. Auf Grund der neueren Untersuchungen bezeichnen aber Schneidewind und Meyer selbst das getrocknete Rübenkraut als gleichwertig mit mittlerem Wiesenheu. Demnach sind also die getrockneten Rübenblätter diesmal besser ausgenutzt worden, als in der ersten Versuchsreihe. Im übrigen geht unsere Meinung dahin, dass seiner ganzen Natur nach das getrocknete Rübenkraut in bezug auf seinen Futterwert überhaupt nur mit Dürrheu, nicht aber mit Trockenschnitzeln und dergl. verglichen werden kann.

---

[1]) Illustrierte landwirtschaftliche Zeitung 1907, 27. Jahrg., No. 60 und 61, S. 529 und 537. Die Berichte über beide Versuchsreihen wurden kürzlich auch in den Landw. Jahrbüchern 36. Bd., 1907, S. 697 veröffentlicht.

Anhang.

Tabelle I.

I. Versuchsreihe:	Trockensubstanz g	Organ. Substanz g	Rohprotein g	Stickstofffreie Extraktstoffe g	Fett (Ätherextrakt) g	Rohfaser g	Pentosane g
Periode I. Hammel I.							
900 g Wiesenheu	781.6	728.3	77.8	402.2	23.8	224.6	156.2
Im Kot ausgeschieden	330.9	293.0	37.8	154.8	8.8	91.7	60.8
Verdaut:	450.7	435.3	40.0	247.4	15.0	132.9	95.4
Hammel II.							
Gesamtverzehr wie Hammel I . . .	781.6	728.3	77.8	402.2	23.8	224.6	156.2
Im Kot ausgeschieden	343.3	304.5	38.8	158.9	9.1	97.6	63.6
Verdaut:	438.3	423.8	39.0	243.3	14.7	127.0	92.6
Periode II. Hammel I.							
400 g Wiesenheu	343.5	320.0	34.2	176.8	10.4	98.7	68.6
500 „ Rübenblätter (WÜSTENHAGEN) .	406.8	271.7	43.5	173.7	4.6	50.0	35.5
Gesamtverzehr:	750.3	591.7	77.7	350.5	15.0	148.7	104.1
Im Kot ausgeschieden	316.5	199.9	38.0	97.0	7.0	57.9	29.7
Verdaut im ganzen:	433.8	391.8	39.7	253.5	8.0	90.8	74.4
Verdaut vom Wiesenheu	195.5	188.8	17.3	107.8	6.5	57.1	41.3
Verdaut von den Rübenblättern . .	238.3	203.0	22.4	145.7	1.5	33.7	33.1
Hammel II.							
Gesamtverzehr wie Hammel I . . .	750.3	591.7	77.7	350.5	15.0	148.7	104.1
Im Kot ausgeschieden	331.9	207.4	40.9	98.1	7.1	61.2	33.6
Verdaut im ganzen:	418.4	384.3	36.8	252.4	7.9	87.5	70.5
Verdaut vom Wiesenheu	195.5	188.8	17.3	107.8	6.5	57.1	41.3
Verdaut von den Rübenblättern . .	222.9	195.5	19.5	144.6	1.4	30.4	29.2
Periode III. Hammel I.							
400 g Wiesenheu	343.5	320.0	34.2	176.8	10.4	98.7	68.6
500 „ Rübenblätter (KNAUER) . . .	454.4	347.5	43.3	236.5	5.4	62.3	48.2
Gesamtverzehr:	797.9	667.5	77.5	413.3	15.8	161.0	116.8
Im Kot ausgeschieden	318.7	215.0	41.7	103.2	9.1	61.0	33.4
Verdaut im ganzen:	479.2	452.5	35.8	310.1	6.7	100.0	83.4
Verdaut vom Wiesenheu	195.5	188.8	17.3	107.8	6.5	57.1	41.3
Verdaut von den Rübenblättern . .	283.7	263.7	18.5	202.3	0.2	42.9	42.1
Hammel II.							
Gesamtverzehr wie Hammel I . . .	797.9	667.5	77.5	413.3	15.8	161.0	116.8
Im Kot ausgeschieden	303.3	206.6	43.1	97.2	8.7	57.6	33.0
Verdaut im ganzen:	494.6	460.9	34.4	316.1	7.1	103.4	83.8
Verdaut vom Wiesenheu	195.5	188.8	17.3	107.8	6.5	57.1	41.3
Verdaut von den Rübenblättern . .	299.1	272.1	17.1	208.3	0.6	46.3	42.5

II. Versuchsreihe:	Trocken-substanz g	Organ. Substanz g	Roh-protein g	Stickstoff-freie Extraktstoffe g	Fett (Ätherextrakt) g	Rohfaser g	Pentosane g
Periode IV. Hammel I.							
900 g Wiesenheu	776.7	708.0	87.1	383.0	21.5	216.4	137.6
Im Kot ausgeschieden	291.5	249.5	36.2	126.2	9.4	77.7	50.6
Verdaut:	485.2	458.5	50.9	256.8	12.1	138.7	87.0
Hammel II.							
Gesamtverzehr wie Hammel I . . .	776.7	708.1	87.1	383.0	21.5	216.4	137.6
Im Kot ausgeschieden	316.8	269.2	40.8	132.0	10.5	85.9	58.2
Verdaut:	459.9	438.9	46.3	251.0	11.0	130.5	79.4
Periode V. Hammel I.							
400 g Wiesenheu	345.2	314.6	38.7	170.2	9.6	96.2	61.2
500 g Rübenkr. (Syst. Büttner-Meyer)	432.0	284.3	47.6	186.1	4.6	46.0	35.3
Gesamtverzehr:	777.2	598.9	86.3	356.3	14.2	142.2	96.5
Im Kot ausgeschieden	339.1	194.1	44.5	95.2	6.4	48.1	27.5
Verdaut im ganzen:	438.1	404.8	41.8	261.1	7.8	94.1	69.0
Verdaut vom Wiesenheu	210.2	199.5	21.6	112.8	5.2	59.8	37.0
Verdaut vom Rübenkraut	227.9	205.3	20.2	148.3	2.6	34.3	32.0
Hammel II.							
Gesamtverzehr wie Hammel I . . .	777.2	598.9	86.3	356.3	14.2	142.2	96.5
Im Kot ausgeschieden	357.4	205.7	47.4	100.2	7.1	51.0	29.6
Verdaut im ganzen:	419.8	393.2	38.9	256.1	7.1	91.2	66.9
Verdaut vom Wiesenheu	210.2	199.5	21.6	112.8	5.2	59.8	37.0
Verdaut vom Rübenkraut	209.6	193.7	17.3	143.3	1.9	31.4	29.9
Periode VI. Hammel I.							
400 g Wiesenheu	354.2	314.6	38.7	170.2	9.6	96.2	61.2
500 g Rübenkr. (Syst. Petry-Hecking)	445.3	346.8	53.7	227.5	6.2	59.4	40.7
Gesamtverzehr:	790.5	661.4	92.4	397.7	15.8	155.6	101.9
Im Kot ausgeschieden	316.1	226.9	51.8	108.5	8.6	58.1	27.1
Verdaut im ganzen:	474.4	434.5	40.6	289.2	7.2	97.5	74.8
Verdaut vom Wiesenheu	210.2	199.5	21.6	112.8	5.2	59.8	37.0
Verdaut vom Rübenkraut	264.2	235.0	19.0	176.4	2.0	37.7	37.8
Hammel II.							
Gesamtverzehr wie Hammel I . . .	790.5	661.4	92.4	397.7	15.8	155.6	101.9
Im Kot ausgeschieden	316.1	226.5	50.5	106.5	8.6	60.8	29.4
Verdaut im ganzen:	474.4	434.9	41.9	291.2	7.2	94.8	72.5
Verdaut vom Wiesenheu	210.2	199.5	21.6	112.8	5.2	59.8	37.0
Verdaut vom Rübenkraut	264.2	235.4	20.3	178.4	2.0	35.0	35.5

Tabelle II.

I. Versuchsreihe. Hammel I.

Periode I. Grundfutter.

Datum 1906	Stall-temperatur ° C.	Tränkwasser g	Lebend-gewicht kg	Kot, frisch g	Gesamtmenge der Trocken-substanz im Kot g
Oktober					
26.	15.0	1987	43.3	799.7	346.5
27.	15.2	1838		740.6	319.3
28.	15.6	1659		733.1	319.6
29.	14.8	1775		897.1	363.2
30.	14.8	1390		725.6	319.7
31.	14.9	1473		780.5	325.1
November					
1.	15.2	2070		779.2	314.3
2.	15.5	2087		819.6	338.0
3.	15.1	1734		807.6	331.5
4.	15.1	1822	44.0	807.6	331.5
Im Mittel:	15.1	1788	+ 0.7	789.1	330.9

Periode II. Rübenblätter (Wüstenhagen).

Datum 1906	Stall-temperatur ° C.	Tränkwasser g	Lebend-gewicht kg	Kot, frisch g	Gesamtmenge der Trocken-substanz im Kot g
Dezember					
5.	16.8	2880	43.1	663.3	324.8
6.	17.6	2893		738.0	352.5
7.	17.4	3167		663.2	314.7
8.	16.9	2598		652.4	312.3
9.	16.1	2925		778.0	359.4
10.	16.2	2968		635.7	310.8
11.	16.5	2505		627.9	307.2
12.	16.1	2745		685.4	325.9
13.	17.3	2365		596.7	286.0
14.	17.6	3053	43.5	552.8	271.7
Im Mittel:	16.9	2800	+ 0.4	659.3	316.5

Periode III. Rübenblätter (Knauer).

Datum 1906	Stall-temperatur ° C.	Tränkwasser g	Lebend-gewicht kg	Kot, frisch g	Gesamtmenge der Trocken-substanz im Kot g
Dezember					
23.	16.0	2609	44.0	625.5	260.2
24.	16.1	2636		765.3	321.2
25.	17.7	2540		834.3	327.7
26.	16.6	2698		701.4	291.7
27.	16.5	2414		825.8	355.5
28.	17.3	3092		802.2	326.0
29.	16.8	3559		828.9	330.1
30.	16.6	2856		858.8	369.0
31.	16.3	2850		798.5	308.7
1907 Januar					
1.	17.0	2062	44.5	768.5	296.5
Im Mittel:	16.7	2632	+ 0.5	780.9	818.7

I. Versuchsreihe. Hammel II.

Periode I. Grundfutter.					
Datum 1906	Stall-temperatur ° C.	Tränkwasser g	Lebend-gewicht kg	Kot, frisch g	Gesamtmenge der Trockensubstanz im Kot g
Oktober					
26.	15.0	1690	43.0	837.6	318.0
27.	15.2	888		784.7	312.3
28.	15.6	2057		1010.6	387.3
29.	14.8	1536		917.1	342.3
30.	14.8	1022		919.0	329.1
31.	14.9	1585		909.7	337.0
November					
1.	15.2	1172		957.5	339.3
2.	15.5	738		924.2	350.3
3.	15.1	1453		911.3	343.1
4.	15.1	1336	43.5	998.4	374.7
Im Mittel:	15.1	1348	+ 0.5	907.0	343.3

Periode II. Rübenblätter (WÜSTENHAGEN).					
Datum 1906	Stall-temperatur ° C.	Tränkwasser g	Lebend-gewicht kg	Kot, frisch g	Gesamtmenge der Trockensubstanz im Kot g
Dezember					
5.	16.8	2865	42.0	732.6	333.6
6.	17.6	2290		741.1	331.2
7.	17.4	2129		773.1	352.1
8.	16.9	2438		699.8	318.1
9.	16.1	1994		845.0	360.6
10.	16.2	2351		738.5	324.3
11.	16.5	2429		758.2	331.3
12.	16.1	2338		772.6	326.4
13.	17.3	2471		768.3	331.1
14.	17.6	2455	42.2	693.9	310.3
Im Mittel:	16.9	2376	+ 0.2	752.3	331.9

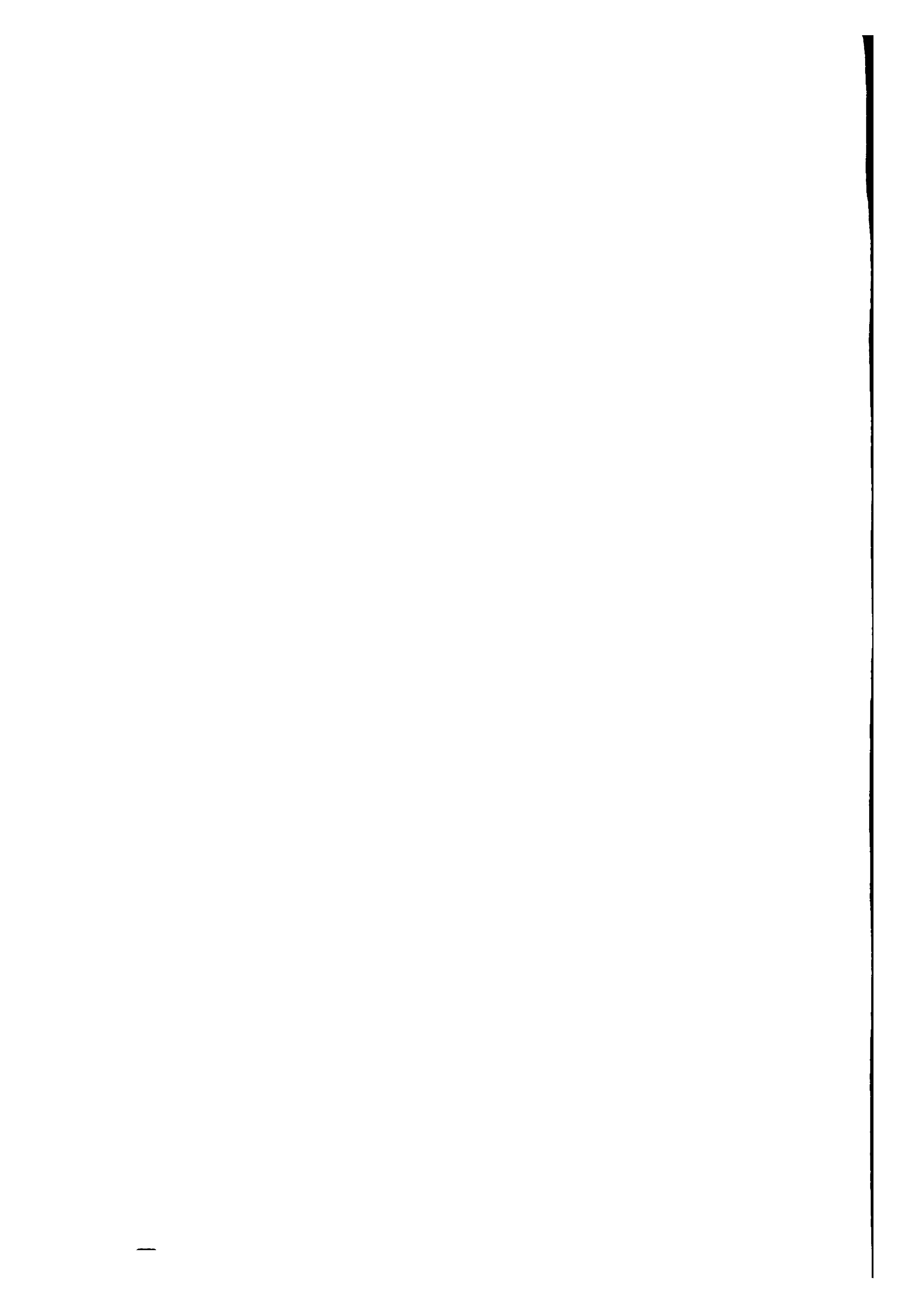
Periode III. Rübenblätter (KNAUER).					
Datum 1906	Stall-temperatur ° C.	Tränkwasser g	Lebend-gewicht kg	Kot, frisch g	Gesamtmenge der Trockensubstanz im Kot g
Dezember					
23.	16.0	2115	42.7	734.2	300.3
24.	16.1	2558		771.9	320.7
25.	17.7	2390		813.3	325.7
26.	16.6	2132		634.3	261.0
27.	16.5	2076		826.1	323.3
28.	17.3	2682		740.4	300.7
29.	16.8	2118		698.0	280.4
30.	16.6	2340		744.4	301.3
31.	16.3	2330		610.8	268.0
1907 Januar					
1.	17.0	2221	43.0	859.4	351.2
Im Mittel:	16.7	2096	+ 0.3	743.3	303.3

II. Versuchsreihe. Hammel I.

Periode IV. Grundfutter.						Periode V. Rübenblätter (Büttner-Meyer).						Periode VI. Rübenblätter (Petry-Hecking).					
Datum	Stall-temperatur	Tränkwasser	Lebend-gewicht	Kot, frisch	Gesamtmenge der Trocken-substanz im Kot	Datum	Stall-temperatur	Tränkwasser	Lebend-gewicht	Kot, frisch	Gesamtmenge der Trocken-substanz im Kot	Datum	Stall-temperatur	Tränkwasser	Lebend-gewicht	Kot, frisch	Gesamtmenge der Trocken-substanz im Kot
1907	° C.	g	kg	g	g	1907	° C.	g	kg	g	g	1907	° C.	g	kg	g	g
März						März						April					
6.	16.1	2792	47.0	670.7	283.6	22.	16.7	3392	46.7	707.1	343.2	7.	15.8	3458	45.5	729.3	317.0
7.	16.6	3122		673.7	291.9	23.	16.2	3173		718.2	345.2	8.	15.6	3102		748.1	323.9
8.	16.4	2922		673.1	286.6	24.	16.0	3638		739.1	342.6	9.	15.5	2813		631.7	279.3
9.	16.8	3286		618.5	272.2	25.	16.0	3160		623.8	303.1	10.	15.3	3370		892.7	356.3
10.	16.6	3005		724.2	308.2	26.	16.7	3031		745.2	348.5	11.	14.7	2804		744.6	322.2
11.	16.2	3172		689.0	289.2	27.	17.1	3373		854.9	332.8	12.	18.3	3208		654.4	284.9
12.	15.9	3010		685.8	294.5	28.	17.0	3181		970.3	307.8	13.	17.8	2662		678.8	291.4
13.	17.6	3150		723.3	307.6	29.	16.9	2806		851.8	340.2	14.	18.1	3290		657.7	285.2
14.	16.4	3225		638.3	287.9	30.	17.1	4003		836.0	360.8	15.	17.8	3604		801.5	346.5
15.	16.7	3348	46.5	670.5	293.2	31.	16.2	3320	48.1	761.0	366.7	16.	18.1	3672	45.0	815.0	354.3
Im Mittel:	15.5	3103	— 0.5	676.7	291.5	Im Mittel:	16.6	3308	+ 1.4	780.7	339.1	Im Mittel:	16.7	3198	— 0.5	735.4	316.1

II. Versuchsreihe. Hammel II.

Periode IV. Grundfutter.						Periode V. Rübenblätter (Büttner-Meyer).						Periode VI. Rübenblätter (Petry-Hecking).					
Datum 1907	Stall-temperatur ° C.	Tränkwasser g	Lebend-gewicht kg	Kot, frisch g	Gesamtmenge der Trockensubstanz im Kot g	Datum 1907	Stall-temperatur ° C.	Tränkwasser g	Lebend-gewicht kg	Kot, frisch g	Gesamtmenge der Trockensubstanz im Kot g	Datum 1907	Stall-temperatur ° C.	Tränkwasser g	Lebend-gewicht kg	Kot, frisch g	Gesamtmenge der Trockensubstanz im Kot g
März						März						April					
6.	16.1	1910	43.0	809.5	304.2	22.	16.7	2748	42.0	817.9	373.3	7.	15.8	2550	42.0	798.3	317.1
7.	16.6	2671		931.4	333.9	23.	16.2	2714		720 6	331.7	8.	15.6	3249		742.0	306.3
8.	16.4	1910		966.9	336.3	24.	16.0	2701		768.4	349.5	9.	15.5	2964		827.4	329.7
9.	16.8	1398		903.7	322.0	25.	16.0	3077		830.8	372.1	10.	15.3	2576		804.7	326.8
10.	16.6	2542		882.5	318.1	26.	16.7	2658		801.8	361.2	11.	14.7	2660		772.7	311.3
11.	16.2	1733		808.5	304.4	27.	17.1	2694		728.5	331.9	12.	18.3	2808		780.6	314.3
12.	15.9	2402		948.5	355 2	28.	17.0	2442		774.8	356.3	13.	17.8	3085		768.6	309.3
13.	17.6	2161		816.9	294.0	29.	16.9	2548		760.1	349.1	14.	18.1	2977		721.0	305.6
14.	16.4	1667		766.9	293.9	30.	17.1	2621		835.0	382.2	15.	17.8	2995		831.6	333.0
15.	16.7	1858	43.0	747.5	305.6	31.	16.2	2668	41.5	823.1	368.9	16.	18.1	2737	42.0	751.0	307.5
Im Mittel:	15.5	2025	—	859.2	316.8	Im Mittel:	16.6	2687	— 0.5	786.1	357.4	Im Mittel:	16.7	2860	—	779.8	316.1



Beobachtungen des Sauerstoffgehaltes verschiedener Wässer.

(Oderwasser, Teichwasser, Niederschlagswasser in Breslau.)

Von

Dr. HEINRICH MEHRING.

(Mitteilungen aus dem Laboratorium der agrikultur-chemischen Versuchs- und Kontrollstation der Landwirtschaftskammer für die Provinz Schlesien in Breslau.)

Die grosse Wichtigkeit, die dem Sauerstoffgehalt der Gewässer bei der Beurteilung ihrer selbstreinigenden Kraft zukommt, hat zu häufigen Studien über den Wechsel im Sauerstoffgehalt der Gewässer geführt.

Nach Beobachtungen von C. Knauthe[1]) schwankte der Sauerstoffgehalt in einem Teiche derart, dass er in der Nacht nur 2 ccm Sauerstoff im Liter aufzuweisen hatte, während am Tage 7—22 ccm beobachtet werden konnten.

Die Annahme, dass diese grossen Unterschiede auf den Unterschied in der Belichtung und Bestrahlung durch das Sonnenlicht und vielleicht auch durch das Mondlicht zurückzuführen seien, dürfte grosse Wahrscheinlichkeit für sich haben, besonders wenn man annimmt, dass in dem fraglichen Dorfteiche eine reiche Flora und Fauna vorhanden gewesen ist. Nach R. Zuntz[1]) und anderen sind die Erzeuger des Sauerstoffs im Wasser die chlorophyllführenden Organismen, während die chlorophylllosen als Sauerstoffverbraucher anzusehen sind. Nimmt man nun an, dass in dem Teiche beide reichlich vertreten gewesen wären, so ist ohne weiteres einzusehen, dass am Tage trotz

---

[1]) Archiv für Anatomie und Physiologie, Phys. Abt., 1900, Suppl. S. 311.

grossen Verbrauches des Sauerstoffs doch noch eine Zunahme stattfinden konnte, weil die Erzeugung überwog gegen den Verbrauch, und das ist auch wohl unter normalen Verhältnissen in jedem Gewässer der Fall, weil die Chlorophyllträger meistens viel mehr hervorbringen, als zugleich verbraucht wird.

Hört nun am Abend die Lichtwirkung auf, so überwiegt der Verbrauch, und es tritt Sauerstoffarmut ein, weil die Verdauungstätigkeit der chlorophylllosen Organismen in dem vom Tage her noch hinreichend erwärmten Wasser ihren Fortgang nimmt. Ist die Menge der Sauerstoff verbrauchenden Bewohner eines Gewässers gering, so wird auch der Verbrauch nicht so energisch vor sich gehen und eine so totale Sauerstoffzehrung nicht eintreten. Untersuchungen im Oderwasser zu Breslau, die bei Tagesanbruch vorgenommen wurden, erwiesen, dass der Sauerstoffgehalt des Oderwassers in frühester Morgenstunde niemals allzu weit abwich von dem des folgenden Tages; überhaupt zeigte die Oder niemals einen zu weit unter dem Normalen liegenden Sauerstoffgehalt, ebenso das Wasser eines in der Nähe von Breslau liegenden Teiches, da beide Gewässer nicht gerade mit tierischen Bewohnern überladen sind.

In der Absicht, an der Hand von längere Zeit fortgesetzten Beobachtungen nach Beziehungen zu suchen, auf die der Wechsel im Sauerstoffgehalt zurückgeführt werden könnte, wurde mit der Untersuchung auf Sauerstoff die Untersuchung auf mineralische Bestandteile verbunden, ferner aber die Untersuchung nicht nur auf das Oderwasser beschränkt, sondern das Wasser eines Teiches in der Nähe von Breslau zum Vergleiche herangezogen, besonders in Fällen, wo sich auffallende Schwankungen bemerkbar machten, um zu erfahren, ob das Teichwasser gleichzeitig dieselben Schwankungen zeigte, und das war der Fall.

Die Anregung zu diesen Beobachtungen verdanke ich Herrn Professor Dr. C. WEIGELT in Berlin.

Bei der Untersuchung auf mineralische Bestandteile wurde nur der Gehalt an gelösten Karbonaten durch Titrieren mit $^1/_{10}$ n. Schwefelsäure festgestellt, der nach C. WEIGELT[1]) einen guten Anhalt gibt für die Beurteilung des Mineralstoffgehaltes

[1]) C. WEIGELT, Über die Bonität der ntürlichen Gewässer und deren Hilfen bei der chemischen Selbstgesundung unserer Wasserläufe. Die Chemische Industrie, XXXVIII, Berlin 1907, No. 17—18.

eines Gewässers, wenn man nicht gerade ein vollständig unbekanntes Wasser zur Untersuchung vor sich hat. In diesem Falle kam es wesentlich darauf an, zu wissen, ob der Mineralstoffgehalt des Oderwassers zur Zeit der Probenahme höher oder niedriger gewesen wäre wie zur Zeit irgend einer anderen in der Reihe befindlichen Probenahme, und für den Zweck reichte diese Bestimmung aus.

Ein Blick in die Tabellen I und II lehrt, dass ein Zusammenhang zwischen Karbonatgehalt oder, um den von C. WEIGELT[1]) gebrauchten Ausdruck hierher zu übernehmen, zwischen „Säurebindungsvermögen" des Wassers und dem Sauerstoffgehalt nicht zu erkennen ist. Ebensowenig kommen andere mineralische Bestandteile in Betracht, weil sie in gewisser Weise dem Karbonatgehalt eines Gewässers in ihren Schwankungen folgen.

Unregelmässig erscheint erfahrungsgemäss der Chlorgehalt, weil er von lokalen Einflüssen im Oberlaufe des Flusses empfindlich gestört werden kann. Der Chlorgehalt wurde deshalb auch mit herangezogen, aber auch dazu zeigt der Sauerstoffgehalt keinerlei Beziehungen. Auch der Gehalt an organischer Materie scheint wenig Einfluss auszuüben, wie die Zahlen für den Permanganatverbrauch beweisen, denn auch dazu zeigt der Sauerstoffgehalt keinerlei Beziehung.

Anders verhielt es sich mit dem Zusammenhang zwischen Witterung und Sauerstoffgehalt des Wassers.

In der Tabelle I und zum Teil auch in II sind deshalb Beobachtungen über die Barometerstände der Lufttemperatur, der Windrichtung und Windstärke zur Zeit der Probenahme mit aufgenommen worden, die den Beobachtungsjournalen der Kgl. Universitätssternwarte zu Breslau entstammen. Auch darin lassen sich keinerlei sichere Vergleichsmomente finden.

Aus den Aufzeichnungen der Kgl. Oderstrombauverwaltung zu Breslau wurden die Wasserstände nach den Ablesungen oberhalb Breslaus am Pegel zu Teschen in der Tabelle angeführt, dazu aus derselben Quelle die Wassertemperaturen, die am ersten eine Beziehung hätten ergeben können.

Der grösseren Deutlichkeit halber wurden nach der WINKLERschen Tabelle die Zahlen für Sauerstoff ausgerechnet, die der jeweiligen Wassertemperatur bei mittlerem Barometerstande von

---

[1]) Siehe die Note auf S. 466.

760 mm entsprochen haben würden; aber auch dann zeigt der natürliche Sauerstoffgehalt wesentliche Abweichungen, die zu manchen Zeiten so hoch hinaufgehen, dass der grösste gefundene Wert am 22. Oktober 1906 mit 25.5 ccm im Liter ungefähr das Fünffache des niedrigsten am 24. September 1906 mit 5.1 ccm im Liter ausmacht.

Ebenso wie die nach WINKLER zu erwartende Zahl in vielen Fällen weit überschritten wird, bleibt sie auch manchmal hinter diesem Werte zurück, und das ist bei der Mannigfaltigkeit der auf ein Gewässer wirkenden Faktoren nicht zu verwundern.

Immerhin kann auch im vorliegenden Falle die Temperatur nicht als allein mafsgebender Faktor für den Sauerstoffgehalt des Wassers angesehen werden.

Dass auch im Rheinwasser solche Abweichungen vorkommen, beweisen die Beobachtungen von H. GROSSE-BOHLE über den Sauerstoffgehalt des Rheinwassers[1]) in der Zeit vom 21. Februar bis 11. November 1904, deren Sauerstoffzahlen ebenfalls von der WINKLERschen Tabelle abweichen.

Wennschon zahlreiche Arbeiten, besonders die vorerwähnten von N. ZUNTZ und C. KNAUTHE erwiesen haben, dass die Chlorophyllträger als die Sauerstofffabrik der bewohnten Gewässer anzusehen sind, andererseits die chlorophylllosen Bewohner als die Verbraucher des Sauerstoffs in den Gewässern, wenn fernerhin als erwiesen angenommen werden darf, dass das Sonnenlicht und auch das Mondlicht diejenigen Faktoren sind, die die Sauerstofferzeuger zur Tätigkeit anregen, so sollten die vorliegenden Beobachtungsreihen weiter an Beispielen einen Anhalt geben, ob die Jahreszeit Regelmässigkeiten hervorruft, d. h. ob je nach der Jahreszeit die Chlorophyllträger mehr oder weniger leisten, ob ihrer Anwesenheit allein die Sauerstofferzeugung unter dem Einflusse des Lichtes zugeschrieben werden kann, oder ob physikalische oder meteorologische Gründe dabei überwiegen. Dazu führte die Überlegung, dass gerade im Winter recht hohe Sauerstoffzahlen gefunden wurden, wo doch die Menge der Chlorophyllträger und ihr Wachstum gering sind.

Es ist deshalb in den Tab. I u. II eine Spalte enthalten, die über Himmelszustand, Niederschlagsmenge und Sonnenscheindauer

[1]) Mitteilungen d. K. Prüfungsanstalt für Wasservers. u. Abwässerbes. zu Berlin, 1904, Heft 4, S. 172.

an den Tagen vor der Probenahme Auskunft gibt, und zwar wurde bei kurzen Zwischenräumen zwischen je zwei Probenahmen die Summe der Niederschläge und der Sonnenscheindauer bis zum Augenblick der Probenahme angegeben, bei längerem Abstand nur die Summe seit dem letzten Witterungsumschlag, während die Angabe über den Himmelszustand nach gleichen Rücksichten in einen zusammenfassenden Ausdruck gebracht ist.

Aus der Tabelle I ergibt sich, dass sich im allgemeinen der Sauerstoffgehalt der Oder nicht sofort nach der Witterung änderte, sondern dass die Abnahme oder Zunahme langsam erfolgte. Besonders deutlich wurden die Ergebnisse der Untersuchung, wenn bei anhaltend heiterem Wetter der Sauerstoffgehalt stieg oder nach kurz eingetretener Eintrübung zu fallen begann. So heben sich die Zahlen im Oktober auf eine besonders auffallende Höhe, weniger im November und Januar sowie im Mai, jedesmal aber zur Zeit einer längeren Periode heiteren Wetters.

Es sei besonders auf die Schwankungen im Sauerstoffgehalt hingewiesen zur Zeit der Winterkälte, während der die Wassertemperatur auf 0° stand. Die Luftdruckschwankungen gehen zwar den Schwankungen im Sauerstoffgehalt voraus, doch können keine direkten Beziehungen daraus abgeleitet werden, weil erst die Witterungsänderung der Druckänderung folgt, dann die Änderung im Sauerstoffgehalt eintritt, ausserdem Unregelmässigkeiten bestehen bleiben, besonders wenn man den Sauerstoffgehalt bei höheren Temperaturen und gleichem Luftdruck zu anderer Jahreszeit zum Vergleich heranzieht.

Dass der Sauerstoff des Oder- und des Teichwassers manchmal unter die nach Winkler zu erwartende Höhe herabsinkt, wenn auch unbedeutend, dürfte auf stärkere Inanspruchnahme zurückzuführen sein zu einer Zeit, wo der Ersatz nachlässt, wie ja gröber dieselbe Erscheinung auftritt, wenn organische Verunreinigung ein Gewässer trifft und Sauerstoffzehrung bis zu dem Maße eintritt, dass die Fische beginnen Not zu leiden.

Der Sauerstoff an den beiden Beobachtungsstellen, im Oberwasser der Oder bei Breslau und in dem genannten Teiche, zeigt, wie besonders Tabelle II erweist, eine regelmässige Abhängigkeit von der Bestrahlung und von der Bewölkung, und darin, dass an beiden Stellen, also im fliessenden und im stehenden Gewässer, gleichgerichtete Schwankungen zu beobachten waren, liegt ein Beweis mehr, dass nicht etwa die Gründe für diese Schwankungen

in der Eigenart der Gewässer zu suchen sind, sondern von Einflüssen abhängen, die für beide Gewässer gleichzeitig vorhanden waren, nämlich die Witterungseinflüsse.

Trotzdem kann nicht behauptet werden, dass die Belichtung allein, ohne Hilfe anderer Faktoren, den Sauerstoffgehalt des natürlichen Wassers bestimmt. Die Temperatur des Wassers kommt zweifellos mit in Frage, wenn sie auch oft genug gegenüber anderen Faktoren ihr Schwergewicht verliert; aber die Arbeit der lebenden Zelle allein kann auch nicht für allen Sauerstoff als Quelle angesehen werden, denn in Niederschlagswässern, die doch als frei von chlorophyllführenden Organismen anzusehen sind, findet sich ebenfalls Sauerstoff in Mengen, die die Zahlen der WINKLERschen Tabelle überholen oder sich darunter halten. Beobachtungen über den Sauerstoffgehalt von Niederschlagswässern sind in Tabelle III enthalten. Will man annehmen, dass Regen und Schnee ihren Sauerstoff bei ihrem Entstehen in der Luft und aus der Luft reichlicher aufnehmen können, wie ruhendes oder fliessendes Wasser auf der Erde, so muss man sich fragen, warum denn diese Wässer ebenso häufig weniger Sauerstoff halten, wie sie mehr enthalten, als ihnen zukommt.

Eine Erklärung für diese Fälle und für die gleichen Fälle in Fluss- und Teichwässern kann nur aus Vermutungen herbeigeholt werden, die sich auf das Verhalten der Elektrizität erstrecken.

Häufig will man nach Gewittern Fischsterben beobachtet haben. Wie die Beobachtungen in Tabelle III ausweisen, zeigt das Wasser des Gewitterregens am 14., 17., 20. Mai und am 2. Juni, das sofort nach dem Gewitter oder während des Gewitters untersucht wurde, verglichen mit anderen Niederschlägen, keine auffällige Sauerstoffarmut, ebenso zeigte nach Tabelle I das Oderwasser am 17., 20., 25. Mai und 2. Juni und das Teichwasser am 2. Juni nach dem Gewitter (siehe Tabellen I und II) keine besonders auffällige Sauerstoffarmut.

Das schliesst eine starke Sauerstoffzehrung beim Gewitter nicht aus. Vielmehr kann sie sekundär leicht eine Erklärung finden: Gewitter treten häufig nach starker Hitze ein. War nun die Lebenstätigkeit im Teiche stark angeregt, d. h. die Sauerstofferzeugung lebhaft und der Verbrauch ebenfalls, denn bei hoher Wassertemperatur ist die Fresslust und damit der Sauerstoffverbrauch durch Atmung der chlorophylllosen Bewohner grösser als bei niederer Temperatur, so bleibt dieser Verbrauch lebhaft, wenn das Gewölk des Gewitters schon da ist, weil die Wasser-

temperatur noch nicht heruntergegangen ist; die Sauerstofferzeugung lässt aber unter dem Einflusse der Bewölkung schon nach, und darum überwiegt der Sauerstoffverbrauch sehr gegen die Sauerstofferzeugung: die Sauerstoffverarmung im Wasser muss schnell eintreten und darum tritt Fischaufstand ein. Dadurch kommt Unruhe in das Gewässer, der Schlamm wird aufgerührt und nun wird erst recht Sauerstoff verbraucht.

C. Knauthe[1]) versuchte eine Gewitterwolke und ihren Einfluss auf eine Wasserfläche nachzuahmen, indem er eine feuchte Metallplatte als elektrisch geladenen Pol über die Oberfläche des zu beobachtenden Wassers aufhängte, und fand dabei, dass rapide Sauerstoffabnahme stattfand.

Einfachste Versuche, die ich im physikalischen Institute der Kgl. Universität Breslau ausführen durfte, fielen entgegengesetzt aus, wie Tabelle IV erweist. In allen Fällen wurde Sauerstoffzunahme unter dem Einfluss der Elektrizität festgestellt.

Im ganzen dürfte man behaupten können, dass der Sauerstoffgehalt des Wassers von der Elektrizität beeinflusst wird. Nach den angezogenen Versuchen geschieht das direkt ohne Mitwirkung der Flora und der Fauna; anzunehmen ist aber, dass die Flora, indem sie von den Sonnenstrahlen getroffen wird, wie alle anderen lebenden oder leblosen Körper, zunächst elektrisch gemacht und dadurch zur Tätigkeit gereizt wird, um nun Sauerstoff abgeben zu können.

Diese Arbeit leistet die grüne Zelle aber nicht mehr oder doch nur in geringem Grade, wenn sie von ihrem Wohnorte entfernt und in Gefässe gebracht wird.

Wie aus Tabelle V ersichtlich, bestätigte sich an einigen Versuchen mit Breslauer Leitungswasser und destilliertem Wasser die Erfahrung, dass der Sauerstoffgehalt eines Wassers beim Stehen in offenen Gefässen immer abnimmt oder doch nicht zunimmt, einerlei, ob durch Gegenwart von Marmor Calciumkarbonataufnahme bewirkt wurde oder nicht. Diese Versuchsbedingung wurde geschaffen, um einen Überblick zu haben, ob etwa durch in Lösung gehende Karbonate die Sauerstoffaufnahme gehindert oder gefördert würde, was für beide Möglichkeiten nicht zutraf.

Ein anderer Versuch ist in Tabelle VI enthalten, der in der Erwägung angestellt wurde, dass das verwendete Teichwasser

[1]) Arch. f. Anat. u. Phys., Phys. Abtlg., 1900, Suppl. S. 311.

mit Kleinflora hinreichend besetzt sei, um von dieser auch im Versuchsgefässe Arbeit zu erwarten.

Das unveränderte Wasser nahm im Dunkel gar nicht, je nach der helleren Belichtung im zerstreuten Tageslichte oder im Sonnenlichte schneller an Sauerstoff ab, während allerdings auch die Temperatur stieg. Wurden nun die drei Proben mit Chlorophyllträgern beschickt, so hörte die Sauerstoffabnahme nicht auf.

Es dürfte also angenommen werden können, dass die Sauerstofferzeugung im Wasser unter dem Einflusse der Witterungsfaktoren, weiter ihre Beschleunigung und ihre Verzögerung nur dann statthat, wenn der Einfluss der Witterungsfaktoren durch die im Wasser wirkenden Ströme des Erdmagnetismus und der Erdelektrizität oder durch elektrische Einflüsse unterstützt wird, die durch Erwärmung und Belichtung hervorgerufen werden.

Unter keinen Umständen ist nach älteren und nach den vorliegenden Beobachtungen die Abhängigkeit des Sauerstoffgehaltes der Gewässer von den Einflüssen der Witterung zu leugnen, einerlei, ob die Belichtung oder Bestrahlung seine Er-

Ta-

Datum der Untersuchung: 1906	Wetter zur Zeit der Probenahme und an den Tagen zuvor:	Niederschlagsmenge der letzten Tage in mm	Sonnenschein abgerundet der letzten Tage	Wasserstand am Pegel zu Treschen	Säurebindungsvermögen	Chlor
18. Aug.	bedeckt, Gewitter und Regen	21.9	45	0.57	135	44
20. „	bedeckt	7.1	8	1.91	132	51
6. Sept.	heiter	0.0	120	0.40	126	40
16. „	Regenwetter	19.4	16	2.50	96	38
17. „	„	15.5	2	2.04	90	34
18. „	„	22.0	1	1.85	99	28
19. „	„	6.6	0	2.47	93	26
21. „	veränderlich	18.3	0	3.28	87	17
24. „	„	2.4	4	3.39	72	14
25. „	„	1.9	2	3.37	75	15
27. „	„	3.3	6	3.16	78	14
3. Okt.	zeitw. heiter, dazw. Regen .	3.7	14	2.06	87	28
11. „	heiter oder bewölkt . . .	13.3	29	1.86	81	21
16. „	trocken aber wechselnd . .	0.0	36	1.38	96	28
17. „	wechselnd	3.1	0	1.28	96	28
18. „	klar	0.0	7	1.38	96	29
22. „	heiter aber wechselnd . .	0.0	10	1.17	96	30
26. „	trocken aber bedeckt . . .	0.0	0	1.00	108	32
29. „	„ „ „ . . .	0.0	0	0.97	114	35

zeugung beschleunigt, oder die Bewölkung sie verlangsamt, oder die einfallenden Niederschläge ihren Sauerstoffgehalt mit dem des getroffenen Wassers zum Ausgleich bringen, oder alle diese Momente vom Einfluss der Elektrizität überwogen, gehindert oder gefördert werden.

Jedenfalls aber zeigt sich am deutlichsten der Einfluss der Bestrahlung durch das Sonnenlicht, sowie das Aufhören dieses Einflusses, sobald Bewölkung auftritt, derart, dass bei anhaltend klarem Wetter Sauerstoffvermehrung im Wasser vor sich geht, bei anhaltend trübem Wetter Sauerstoffarmut eintritt, unbeeinflusst oder wenig beeinflusst durch die Temperaturverhältnisse der Luft und des Wassers und durch den über dem Wasser lastenden Luftdruck, ebensowenig beeinflusst durch die Jahreszeit und die entsprechend wechselnde Menge der im Wasser gedeihenden Pflanzen, ebensowenig beeinflusst durch den jeweiligen Wasserstand und den davon abhängigen Gehalt des Wassers an Mineralstoffen und etwa durch Hochwasser mitgenommene organische Stoffen.

belle I.

Permanganat-verbrauch	Temperatur der Luft			Temperatur des Wassers in Breslau		Vorauszusetzender Sauerstoff-gehalt nach der WINKLER-schen Tabelle	Gefunden: Sauerstoff	Barometerstand	Wind
	2 n.	der letzten 24 Stunden Maximum	der letzten 24 Stunden Minimum	8 a.	12 m.	ccm i. Lit.	ccm i. Lit.		2 n.
—	14.7	17.9	12.4	19.0	18.5	—	—	744.3	NW. 2
—	16.2	17.4	10.4	17.7	18.2	—	—	53.1	NW. 3
—	18.7	24.0	15.3	20.5	20.7	6.27	6.0	45.1	W. 4
—	15.1	16.9	8.3	13.1	13.2	7.38	6.8	44.4	SW. 5
—	13.2	14.3	9.8	12.5	12.6	—	—	50.7	SO. 1
—	12.4	13.5	9.4	12.4	12.5	—	—	52.2	O. 2
—	13.2	13.5	9.8	12.4	12.5	7.43	6.0	51.8	O. 2
—	13.4	14.5	8.8	12.5	13.0	7.35	6.6	46.4	O. 2
—	7.6	11.6	6.2	12.3	12.2	7.49	5.1	55.5	N. 3
—	7.9	8.8	2.8	11.0	11.1	7.67	6.1	58.5	N. 3
—	8.8	9.5	3.3	9.0	9.3	8.02	8.5	60.4	NW. 2
—	14.7	15.7	11.8	11.2	11.5	7.61	8.7	37.6	S. 3
—	13.8	13.8	1.1	10.2	10.6	7.77	11.8	53.9	SO. 3
—	12.9	13.9	7.3	9.7	10.0	7.87	17.9	45.0	SO. 3
—	16.0	16.1	8.3	9.9	10.5	7.78	18.3	53.2	SW. 2
—	17.3	17.6	5.1	10.0	10.9	7.71	25.5	51.4	SO. 3
—	17.3	17.5	9.7	11.0	11.5	7.61	16.6	53.8	NW. 2
—	2.9	5.2	0.7	8.6	8.4	8.18	7.0	56.4	SO. 3
—	8.5	8.9	3.2	6.0	6.3	8.62	7.9	48.0	SO. 4

Datum der Unter-suchung: 1906	Wetter zur Zeit der Probenahme und an den Tagen zuvor:	Niederschlags-menge der letzten Tage in mm	Sonnenschein abgerundet der letzten Tage	Wasserstand am Pegel zu Treschen	Säurebindungs-vermögen	Chlor
1. Nov.	heiter	0.0	6	0.80	126	36
2. „	„	0.0	2	0.87	120	36
7. „	wechselnd	5.4	17	0.74	108	48
9. „	klar	0.0	4	0.76	120	46
13. „	wechselnd	7.8	7	0.64	114	46
15. „	aufheiternd	0.0	0	0.70	116	50
28. „	meist heiter, zuletzt Regen	11.4	30	0.70	117	53
29. „	regnerisch trübe	0.3	1	0.78	120	51
30. „	„ „	4.1	0	1.45	123	55
4. Dez.	„ „	2.9	0	1.86	96	48
6. „	„ „	4.7	2	1.64	92	32
20. „	manchmal klar, sonst trübe mit Schnee	16.1	0	1.04	106	40
27. „	meist heiter	0.0	11	1.45	108	41
29. „	bedeckt	0.0	0	1.56	120	36
1907						
3. Jan.	Schneefälle	Schnee	0	1.50	123	51
4. „	klar	0.0	5	1.58	114	58
7. „	wechselnd	0.0	6	1.82	99	58
9. „	trübe	2.2	0	1.82	98	49
11. „	bedeckt	2.6	0	1.77	96	39
14. „	„	6.2	0	2.20	111	41
16. „	wechselnd	11.0	0	2.69	81	32
18. „	„	4.3	0	3.29	57	20
21. „	aufheiternd	3.3	1	3.38	69	18
24. „	klar	0.0	22	2.53	84	22
28. „	heiter	1.7	15	2.29	70	28
4. Febr.	wechselnd mit Schneefällen .	7.9	3	2.20	60	40
12. „	meist heiter	0.0	17	1.86	111	42
23. März	veränderlich	20.2	20	3.40	60	32
28. „	meist bedeckt	5.8	15	2.95	74	25
2. April	meist heiter	0.0	35	2.92	66	18
10. „	wechselnd	11.6	7	3.00	54	19
16. „	„	0.0	11	2.30	66	18
7. Mai	aufklärend	0.0	22	2.36	69	19
13. „	meist heiter	0.0	70	2.07	72	32
17. „	anfangs heiter, dann Gewitter und Regenfälle	12.7	24	1.62	72	19
20. „	anfangs Regen und Gewitter, dann aufklärend	33.4	0	1.50	71	23
24. „	heiter	0.0	35	1.40	—	—
25. „	Gewitter, bedeckt	7.7	5	1.26	—	—
27. „	wechselnd, dann heiter . .	3.1	18	1.20	—	—
31. „	heiter, zeitweilig wolkig . .	0.0	47	0.86	87	34
2. Juni	bewölkt, Regenfälle . . .	4.2	3	0.67	—	—
3. „	Regen	4.4	0	0.62	105	37

Permanganat-verbrauch	Temperatur der Luft 2 n.	Temperatur der Luft der letzten 24 Stunden Maximum	Temperatur der Luft der letzten 24 Stunden Minimum	Temperatur des Wassers in Breslau 8 a.	Temperatur des Wassers in Breslau 12 m.	Vorauszusehender Sauerstoffgehalt nach der WINKLER-schen Tabelle ccm i. Lit.	Gefunden: Sauerstoff ccm i. Lit.	Barometerstand	Wind 2 n.
—	14.7	15.6	5.7	6.1	7.0	8.47	7.6	41.8	SO. 4
—	14.7	14.7	9.1	7.3	8.0	8.26	7.9	40.6	SO. 4
—	15.7	15.7	6.3	8.2	8.7	8.12	8.0	43.0	SO. 3
—	11.8	13.5	7.2	9.0	9.2	8.02	8.0	44.9	S. 3
—	7.2	11.6	5.2	5.7	6.0	8.68	9.7	53.5	NW. 4
—	4.0	4.0	— 3.2	4.5	4.5	9.02	10.8	54.8	SO. 3
—	7.6	11.5	4.1	6.0	6.0	8.68	11.0	47.2	NW. 4
—	8.0	9.6	4.2	5.7	5.7	8.84	11.8	46.2	W. 5
—	11.9	12.1	8.0	6.4	6.5	8.58	12.9	37.8	W. 6
—	6.8	7.5	1.8	5.0	5.0	8.91	8.3	35.6	W. 6
—	3.6	5.0	2.1	4.0	4.0	9.14	8.2	37.0	W. 4
—	— 5.8	— 4.7	— 7.5	0.0	0.0	10.19	11.0	67.2	O. 2
—	— 3.6	— 1.5	— 7.5	0.0	0.0	10.19	9.7	28.6	W. 4
—	— 9.0	— 7.9	— 12.5	0.0	0.0	10.19	8.7	41.9	W. 1
—	4.6	5.0	2.5	0.0	0.0	10.19	9.2	41.0	S. 3
—	3.8	3.8	0.5	0.0	0.0	10.19	9.0	48.8	W. 3
—	1.6	1.8	— 0.6	0.0	0.0	10.19	9.6	53.2	NW. 3
—	3.2	3.2	1.0	0.0	0.0	10.19	10.0	55.0	W. 4
—	0.9	2.4	0.4	0.0	0.0	10.19	10.6	54.5	C.
27	2.5	3.9	— 2.4	0.0	0.0	10.19	11.1	53.0	W. 5
31	5.2	5.9	3.5	0.0	0.0	10.19	12.1	54.8	NW. 5
30	3.2	3.4	1.0	0.0	0.0	10.19	9.2	62.5	NW. 4
27	— 16.4	— 3.6	— 18.4	0.0	0.0	10.19	13.7	66.0	O. 3
24	— 6.4	— 6.1	— 18.5	0.0	0.0	10.19	14.5	69.4	SO. 3
15	— 2.9	0.4	— 8.6	0.0	0.0	10.19	8.2	43.2	SW. 3
29	1.4	1.4	— 2.5	0.0	0.0	10.19	8.6	53.2	SO. 2
25	— 0.6	— 0.6	— 8.0	0.0	0.0	10.19	9.4	48.0	S. 4
27	0.4	3.9	— 0.2	2.0	1.8	9.71	8.4	39.5	NW. 6
26	11.4	12.2	2.9	3.5	4.5	9.12	8.7	55.4	NO. 2
28	9.3	10.0	0.2	6.0	6.5	8.58	11.2	47.6	O. 2
25	7.0	7.9	0.2	7.6	8.0	8.26	12.4	46.6	O. 3
—	10.2	12.0	5.7	7.3	7.8	8.30	16.7	34.9	SO. 3
28	27.8	28.8	13.0	14.0	15.5	6.96	6.6	46.8	S. 4
27	28.6	28.6	15.6	17.7	19.0	6.48	7.0	47.8	S. 3
27	11.8	14.1	8.9	17.5	17.0	6.75	6.9	45.5	SW. 2
25	22.6	23.8	9.9	13.7	15.0	7.04	7.7	39.1	SO. 3
—	24.7	25.0	11.9	16.4	18.0	6.61	9.6	47.2	W. 2
—	17.6	18.8	13.9	17.6	18.5	6.54	7.8	50.5	NW. 3
—	18.9	19.1	14.5	18.7	18.7	6.52	10.0	45.5	NW. 4
30	17.3	18.6	6.8	17.3	18.7	6.71	13.2	47.0	NW. 3
—	17.5	18.8	12.8	18.0	18.0	6.61	10.2	40.9	O. 1
30	20.9	20.9	12.9	18.8	18.8	6.69	5.9	43.9	W. 2

Ta-

Datum 1906	Wetter zur Zeit der Probenahme und an den Tagen zuvor:	Niederschlag	Sonnenschein	Säurebindungs-vermögen	Chlor
17. Oktober	wechselnd	3.1	0	96	28
22. "	heiter aber wechselnd . . .	0.0	10	96	30
26. "	trocken aber bedeckt . . .	0.0	0	108	32
1. November	heiter	0.0	6	126	36
7. "	wechselnd	5.4	17	108	48
13. "	"	7.8	7	114	46
28. "	meist heiter, zuletzt Regen .	11.4	30	117	53
30. "	regnerisch-trübe	4.1	0	123	55
1907					
24. Januar	klar	0.0	22	84	22
28. "	heiter	1.7	15	70	28
4. Februar	wechselnd mit Schneefällen .	7.9	3	60	40
2. April	meist heiter	0.0	35	66	18
10. "	wechselnd	11.6	7	54	19
16. "	"	0.0	11	66	18
7. Mai	aufklärend	0.0	22	69	19
13. "	meist heiter	0.0	70	72	32
20. "	Gewitter, dann aufklärend .	33.4	0	71	23
31. "	heiter, zeitweise wolkig . .	0.0	47	87	34
3. Juni	Regenfälle	8.6	3	105	37

belle II.

Oder:				Teich:					
Permaganat-verbrauch	Wassertemperatur	Sauerstoff nach der Winklerschen Tabelle	Gefunden: Sauerstoff	Säurebindungs-vermögen	Chlor	Permaganat-verbrauch	Wassertemperatur	Sauerstoff nach der Winklerschen Tabelle	Gefunden: Sauerstoff
—	10.5	7.78	18.3	72	25	—	10.1	8.02	17.4
—	11.5	7.61	16.6	68	32	—	12.5	7.43	15.9
—	8.4	8.18	7.0	69	34	—	8.7	8.12	6.5
—	7.0	8.47	7.6	69	35	—	7.8	8.30	8.8
—	8.7	8.12	8.0	78	42	—	9.0	8.06	8.6
—	6.0	8.68	9.7	—	—	—	6.0	8.68	9.7
—	6.0	8.68	11.0	69	42	—	6.0	8.68	12.2
—	6.5	8.58	12.9	78	35	—	7.0	8.47	13.0
24	0.0	10.19	14.5	87	37	12	0.0	10.19	14.1
15	0.0	10.19	8.2	67	40	12	0.0	10.19	11.7
29	0.0	10.19	8.6	—	—	—	0.0	10.19	8.6
28	6.5	8.58	11.2	54	37	21	7.8	8.30	12.1
25	8.0	8.26	12.8	—	—	—	8.7	8.12	12.8
—	7.8	8.30	16.7	54	37	16	8.7	8.12	15.3
28	15.5	6.96	6.6	54	40	21	15.5	6.96	6.8
27	19.0	6.48	7.0	81	59	21	21.9	6.10	5.9
25	15.0	7.04	7.7	51	43	15	17.0	6.75	6.4
30	18.7	6.71	12.9	51	48	16	20.8	6.20	14.0
30	18.0	6.61	5.9	54	40	18	17.0	6.75	5.5

Tabelle III.

Art des Niederschlags: / Aufgefangen in:	Datum 1906	Temperatur in Celsiusgraden: der Luft: zur Zeit der Probenahme	der Luft: der letzten 24 Stunden vor der Untersuchung: Maximum	der Luft: der letzten 24 Stunden vor der Untersuchung: Minimum	des Wassers zur Zeit der Untersuchung	Vorauszusehender Sauerstoffgehalt nach der WINKLERschen Tabelle ccm i. Lit.	Gefundener Sauerstoff ccm i. L.
Regen, Breslau	27. Novbr.	6.8	7.9	5.4	6.1	8.64	10.6
„ „	28. „	6.0	8.5	5.5	5.9	9.70	12.2
„ Rosenthal b. Bresl.	28. „	6.0	8.5	5.5	5.9	9.70	11.8
Schnee, Breslau	17. Dezbr.	0.2	0.2	— 3.6	0.0	10.19	11.6
„ Rosenthal b. Bresl.	30. „	— 8.1	— 8.1	— 11.8	0.0	10.19	8.9
	1907						
Schnee, Breslau	20. Januar	— 7.3	1.8	— 7.3	0.0	10.19	12.0
„ „	28. „	— 6.4	— 1.1	— 5.0	0.0	10.19	7.6
Regen b. Gewitter, Breslau	14. Mai	18.5	28.6	15.5	17.2	6.72	5.8
Regen, Breslau	16. „	16.3	26.6	15.3	17.2	6.72	7.1
Regen b. Gewitter, Breslau	17. „	9.0	18.8	9.2	10.8	7.72	7.9
Regen bei Nachtgewitter, Rosenthal bei Breslau .	20. „	9.9	11.5	13.9	9.1	8.04	8.9
Regen b. Gewitter, Breslau	2. Juni	14.2	22.3	12.4	14.6	7.10	6.5
Regen, Breslau	3. „	20.9	20.9	12.9	17.2	6.72	6.0

Tabelle IV.

Versuchsordnung:	Temperatur des Wassers in ° C.	Sauerstoff ccm i. Lit.	Zunahme
Breslauer Leitungswasser unverändert	19	5.6	—
Ein Becherglas mit Leitungswasser wurde 5 Minuten lang unter die überspringenden Funken einer Influenz-Elektrisiermaschine gehalten	19	6.8	1.2
In ein Becherglas mit Leitungswasser wurde ein Pol 5 cm tief versenkt, der andere 1 cm hoch über der Oberfläche angebracht, so dass 2 Minuten lang Büschelentladung nach der Wasseroberfläche hin stattfand	19	7.0	1.4
Beide Pole wurden in 5 cm Entfernung voneinander versenkt, nach 2 Minuten	19	7.4	1.8
In gleicher Entfernung voneinander wurden 2 Platinelektroden versenkt, nach 2 Minuten langem Durchgehen des Stromes (2 Volt)	19	7.1	1.5

Tabelle V.

	Datum 1906	Chlor	Säure-bindungs-vermögen	Sauerstoff ccm im Liter
Breslauer Leitungswasser	26. September	15	31	6.2
Nach 8 × 24stündigem Stehen über Marmor		—	—	6.0
Breslauer Leitungswasser	29. Oktober	—	42	8.1
Nach 24stündigem Stehen ohne Marmor bei Luftzutritt		—	42	8.0
„ „ „ „ „ unter Luftabschluss		—	42	7.1
„ „ „ mit „ bei Luftzutritt		—	84	8.0
„ „ „ „ „ unter Luftabschluss		—	84	7.2
	1907			
Breslauer Leitungswasser	30. März	—	—	9.2
Nach 1stündiger Bestrahlung im hellen Sonnenlicht		—	—	9.2
„ 2 × 24stündigem Stehen tags im hellen Sonnenschein		—	—	9.2
„ „ „ „ im Dunkeln		—	—	9.2
Breslauer Leitungswasser	7. Mai	—	—	6.8
Nach 24 Stunden tags Sonnenbestrahlung		—	—	6.7
Destilliertes Wasser	7. Mai	—	—	5.8
Nach 24stündigem Stehen tags im hellen Sonnenlicht		—	—	5.8

Tabelle VI.

Rosenthaler Teichwasser vom 7. Mai 1907.

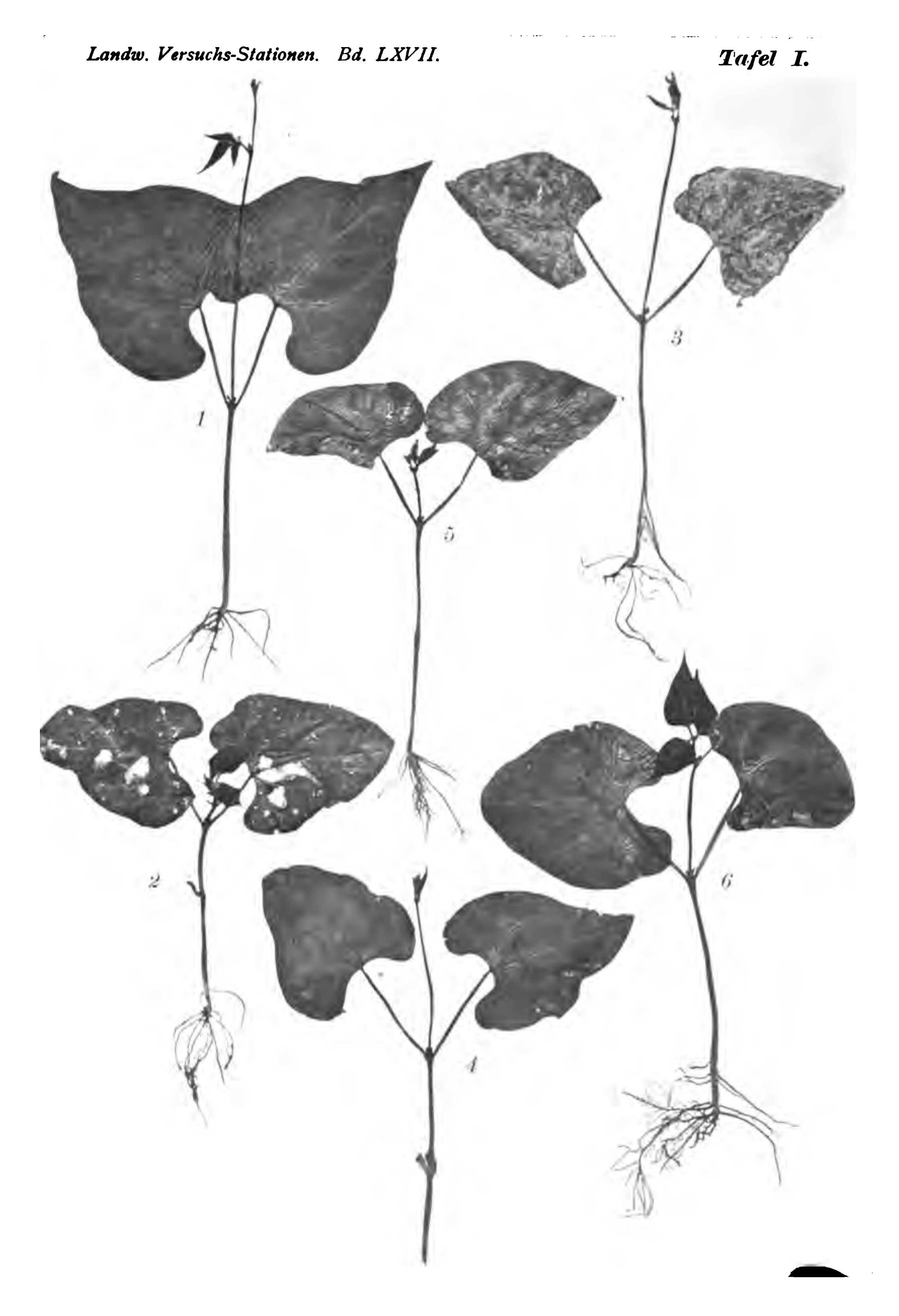
Sauerstoffgehalt zur Zeit der Probenahme bei einer Temperatur des Wassers von 17° C. 6.8 ccm.	Im Dunkeln		Im zerstreuten Tageslicht		Stunden Sonnenschein im hellen Sonnenlicht	
	Temperatur ° C.	Sauerstoff-gehalt ccm i. Lit.	Temperatur ° C.	Sauerstoff-gehalt ccm i. Lit.	Temperatur ° C.	Sauerstoff-gehalt ccm i. Lit.
Unverändert 4 Tage aufbewahrt	17	6.4	18	6.1	26	5.5
Mit Entengrütze und grüner Alge versetzt nach weiteren 2 Tagen . .	17	5.8	18	5.5	26	5.2

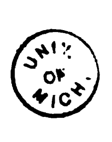
Personalien und Anstalten.

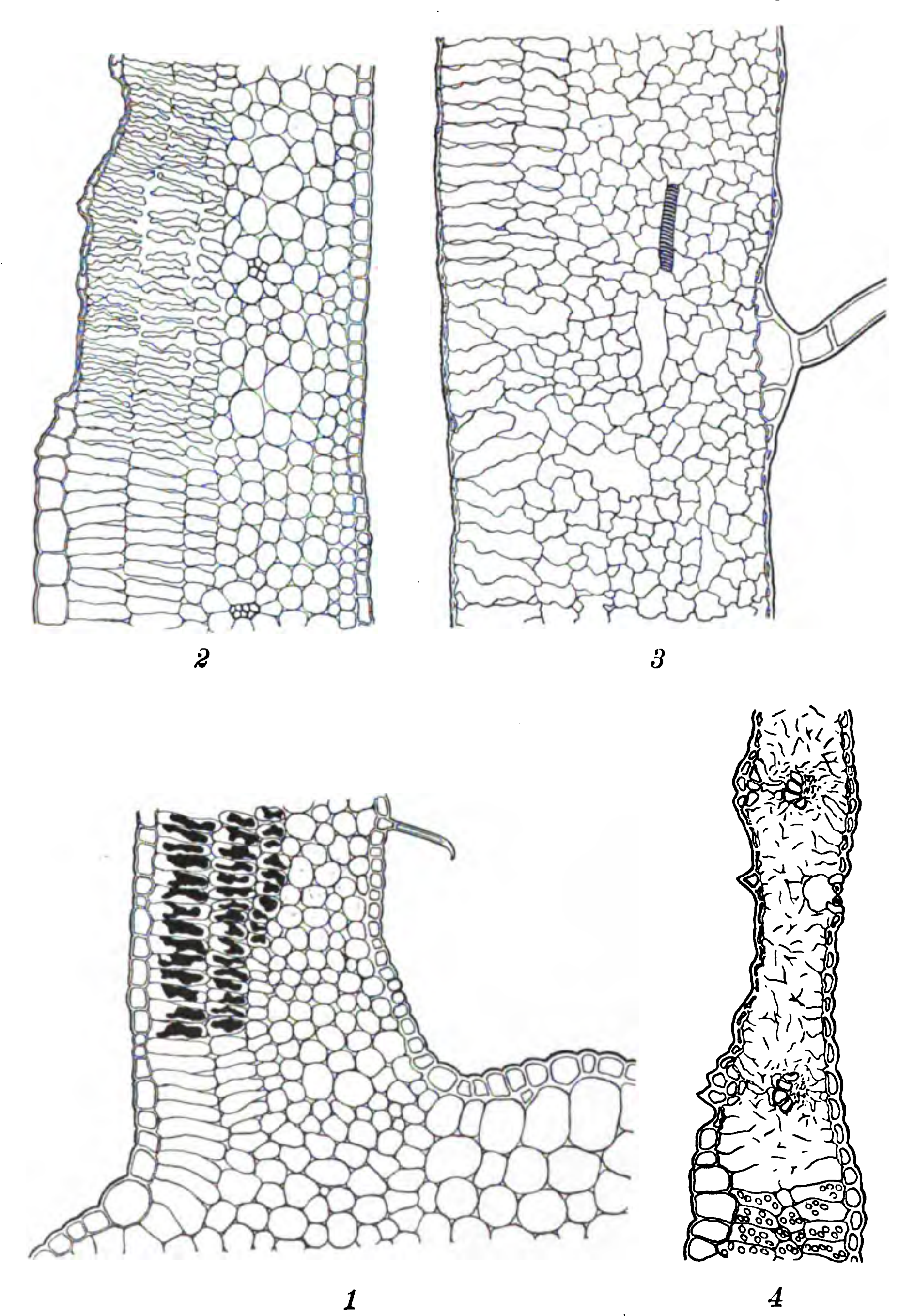
Dem Vorstande der Königl. landw. Zentral-Versuchsstation und Professor an der Königl. technischen Hochschule zu München Dr. FR. VON SOXHLET wurde der Titel und Rang eines Königl. Geheimen Hofrats, und dem Vorstande der agrikultur-chemischen Kontrollstation zu Halle a. S. Dr. H. C. MÜLLER der Professortitel verliehen.

Der Vorstand der Versuchsstation für Pflanzenschutz bei der Landwirtschaftskammer für die Provinz Sachsen und Professor an der Universität zu Halle a. S. Dr. M. HOLLRUNG hat die Leitung der genannten Station niedergelegt. Die Anstalt ist der agrikultur-chemischen Kontrollstation zu Halle a. S. angegliedert worden.

Druck von Fr. Stollberg, Merseburg.


1
2
3
4
5
6





Verlag von PAUL PAREY in Berlin SW.